

(19)世界知的所有権機関
国際事務局(43)国際公開日
2004年7月1日 (01.07.2004)

PCT

(10)国際公開番号
WO 2004/055735 A1

(51)国際特許分類7: G06T 7/00

(21)国際出願番号: PCT/JP2003/016095

(22)国際出願日: 2003年12月16日 (16.12.2003)

(25)国際出願の言語: 日本語

(26)国際公開の言語: 日本語

(30)優先権データ:
特願2002-364369

2002年12月16日 (16.12.2002) JP

特願2003-416236

2003年12月15日 (15.12.2003) JP

(71)出願人(米国を除く全ての指定国について): キヤノン
株式会社 (CANON KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒
146-8501 東京都大田区下丸子3-30-2 Tokyo (JP).

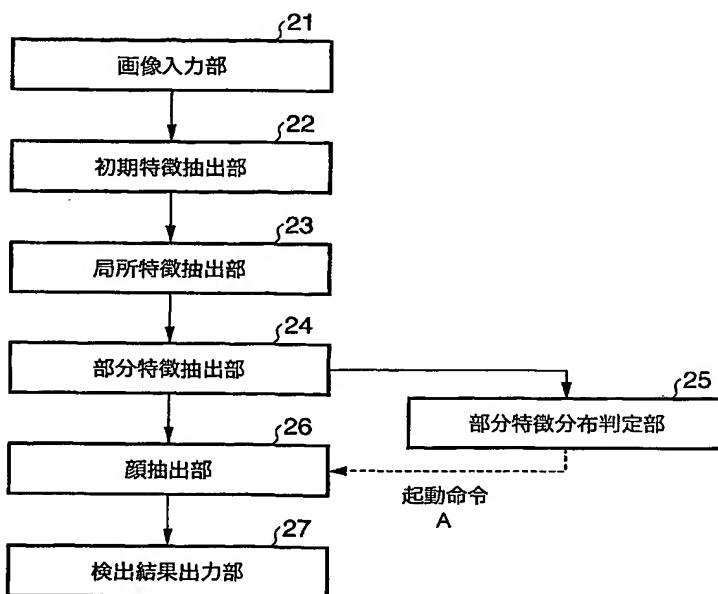
(72)発明者; および

(75)発明者/出願人(米国についてのみ): 御手洗 裕輔
(MITARAI,Yusuke) [JP/JP]; 〒146-8501 東京都大田区
下丸子3-30-2 キヤノン株式会社内 Tokyo (JP).
真継 優和 (MATSUGU,Masakazu) [JP/JP]; 〒146-8501
東京都大田区下丸子3-30-2 キヤノン株式会社内 Tokyo (JP).
森克彦 (MORI,Katsuhiko) [JP/JP]; 〒
146-8501 東京都大田区下丸子3-30-2 キヤノン
株式会社内 Tokyo (JP). 石井 美絵 (ISHII,Mie) [JP/JP];
〒146-8501 東京都大田区下丸子3-30-2 キヤノン
株式会社内 Tokyo (JP).(74)代理人: 大塚 康徳 (OHTSUKA,Yasunori); 〒102-0094
東京都千代田区紀尾井町3番6号秀和紀尾井町
パークビル7F Tokyo (JP).(81)指定国(国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB,
BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE,
DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,

(統葉有)

(54) Title: PATTERN IDENTIFICATION METHOD, DEVICE THEREOF, AND PROGRAM THEREOF

(54)発明の名称: パターン識別方法、その装置及びそのプログラム



21...IMAGE INPUT SECTION
 22...INITIAL FEATURE EXTRACTION SECTION
 23...LOCAL FEATURE EXTRACTION SECTION
 24...PARTIAL FEATURE EXTRACTION SECTION
 25...PARTIAL FEATURE DISTRIBUTION JUDGMENT SECTION
 26...FACE EXTRACTION SECTION
 27...DETECTION RESULT OUTPUT SECTION
 A...START INSTRUCTION

(57) Abstract: A pattern identification device performing pattern identification of data which has been input by hierarchically extracting features. A primary feature is extracted and by analyzing distribution of at least one feature extraction result extracted, a secondary feature is extracted according to this analysis result. Thus, it is possible to perform pattern identification strong against fluctuation of the input pattern at a reduced processing cost while reducing the possibility of generation of incorrect identification.

(57) 要約: 階層的に特徴を抽出することにより、入力されたデータのパターン識別を行うパターン識別装置において、1次的特徴を抽出し、抽出された少なくとも1つの特徴抽出結果の分布を分析し、この分析結果に基づいて2次的特徴抽出を行う。これにより、入力パターンの変動に対して頑健な識別が可能であり、誤識別が生じる可能性を低減させながら、より処理コストの少ないパターン識別を行う。



HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(84). 指定国(広域): ARIPO 特許 (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI,

明細書

パターン識別方法、その装置及びそのプログラム

5 技術分野

本発明は、入力信号のパターンを識別する方法、その装置及びそのプログラムに関する。

背景技術

10 従来より、画像認識や音声認識の分野においては、特定の認識対象に特化した認識処理アルゴリズムをコンピュータソフトウェア、或いは専用並列画像処理プロセッサを用いたハードウェアにより実行することで、認識対象及び背景を含む画像から、認識対象を検出するものが知られている。

特に、顔を特定の認識対象として検出するものとして、特開平9-25

15 1534号公報には、入力画像に対して、標準顔と呼ばれるテンプレートを使って、顔領域を探索し、その後、眼、鼻孔、口といった特徴点候補に対して、部分テンプレートを使用して、人物を認証するものが開示されている。また、特許2767814号公報には、顔画像から眼と口の候補群を求め、それらを組み合わせた顔候補群と予め記憶されている顔構造とを
20 照合し、眼と口に対応する領域を発見するものが開示されている。さらに、特開平9-44676号公報には、眼、鼻、口の候補をそれぞれ複数求め、予め用意されている特徴点間の位置関係から、顔を検出するものが開示されている。

また、特許2973676号公報には、顔の各部品の形状データと入力
25 画像との一致度を調べる際に、形状データを変更させるものであり、また各顔部品の探索領域は、以前に求めた部品の位置関係を基に決定するものが開示されている。また、特開平11-283036号公報には、複数の

判定要素取得領域を設定した領域モデルを入力画像中で移動させ、各点で、それら判定要素取得領域内で、判定要素の有無を判定し、顔を認識するものが開示されている。

一方、回転した被写体を検出するものとして、特開平11-15973号公報や、"Rotation Invariant Neural Network-Based Face Detection" (H. Rowley, T. Kanade, CVPR98, p38-44) に開示されているものがある。前者は、被写体の回転に対応するために、被写体に対してその中心座標から曲座標変換を行い、回転をシフトに変換して回転を検出するものである。また、後者は、顔の検出の前段として、顔の回転角度を検出するニューラルネットワーク (Neural Network、以下「NN」と記述する。) を用意し、そのNNの出力角度に応じて入力画像を回転させ、回転後の入力画像を顔検出を行うNNに入力するものである。

しかしながら、上述した従来技術を用いるパターン検出には、以下に示すような問題があった。

すなわち、特開平9-251534号公報に記載の技術では、始めに標準顔を使用して、顔全体でマッチングして顔領域を検出するため、複数の顔のサイズや顔の向きの変化に弱いという問題がある。従って、様々なサイズや顔の向きに対応させるためには、それぞれの場合に適合した多数の標準顔を用意し、それぞれを用いて検出する必要がある。しかし、これを実現するためには、多数のテンプレートと比較しなければならないために処理コストがかかる。

また、特許2767814号公報に記載の技術は、入力画像中の顔候補群と予め記憶した顔構造とを照合するが、対象となる入力画像中の顔の数は1つ又は少数に限定されている。また、顔の大きさについても、ある程度大きなサイズであって、入力画像中のほとんどの領域が顔領域であって背景の少ない画像が入力画像として想定されている。そのような入力画像であれば、全ての眼及び口の候補群から、顔候補を作成した場合であって

も顔候補の数は限定される。しかしながら、一般的なカメラやビデオで撮影した画像の場合は、顔のサイズが小さくなったり、背景の面積が大きくなるような場合があり、その際には、背景中で眼候補や口候補を多数誤検出してしまうことになる。従って、特許 2767814 号公報に記載の方法によって全ての眼と口候補群から顔候補を作成すると、その数は膨大になります、顔構造との照合に要する処理コストが増大する。

また、特開平 9-44676 号公報及び特許 2973676 号公報に記載の発明では、背景に眼、鼻、口の候補が多数存在した場合には、それらの位置関係を照合するための処理コストが膨大になる。

さらに、特許 2973676 号公報に記載の技術は、虹彩（眼）、口、鼻等の形状データを保持しておき、まず 2 つの虹彩（眼）を求め、続いて口、鼻等を求める際に、その虹彩（眼）の位置に基づいて、口、鼻等の顔部品の探索領域を限定している。すなわち、このアルゴリズムは、虹彩（眼）、口、鼻といった顔を構成する顔部品を並列的に検出するのではなく、虹彩（眼）を最初に見つけ、その結果を使用して、順に口、鼻という顔部品を検出している。この方法においては、画像中に顔が一つしかなく、さらに虹彩（眼）が正確に求まつた場合を想定している。そのため、検出された虹彩（眼）が誤検出であった場合には、口や鼻等の他の特徴の探索領域を正しく設定することができない。

また、特開平 11-283036 号公報に記載の発明では、サイズの異なつた顔や回転した顔に対応させるためには、サイズの異なつた領域モデルや回転した領域モデルを用意する必要がある。しかし、実際にそのサイズの顔やその回転角度の顔が存在しない場合、無駄な計算を多数行うこととなる。さらに、特開平 11-15973 号公報に記載の技術における極座標変換では、中心座標の精度が重要である。しかし、画像中のどこに被写体が存在するのかを検出する段階では、中心座標の検出は困難である。

さらにまた、”Rotation Invariant Neural Network-Based Face Detection”に記載の発明では、回転角度を検出する前段のNNの精度に後半の顔検出NNの精度が依存し、もし前段のNNの出力が誤っていると顔検出が困難になる。また、画像中に複数の被写体が存在し、それぞれの回転角度が異なる場合、複数の回転角度で入力画像を回転変換させ、その変換後の画像を顔検出NNに入力して画像全体で顔検出を行うため、回転のない画像を検出する際と比較すると処理コストが大幅に増大する。

また、階層的に特徴を抽出していくことにより、入力信号のパターンを識別する技術がある。この方法では、高次の特徴を抽出する際に、その抽出する特徴を構成する、その特徴より低次の特徴を用いて、特徴抽出を行うため、識別パターンの変動に対して頑健な識別が可能であるという特徴がある。しかし、パターンの変動に対する頑健性を高めようすると、抽出すべき特徴の種類を増やす必要があり、結果として処理コストが増大してしまう。そこで、抽出すべき特徴の種類を増やさないようにすると、誤識別を生じる可能性が高くなる、などの問題があった。

上記の問題に対して、特公平7-11819号公報には、各クラスのパターンの特徴ベクトルを、ベクトル成分の分散が大きい順に並べたものを辞書パターンとし、入力パターンから特徴ベクトルを生成し、上位N次元まで辞書パターンとのマッチングを行い、その結果に基づいて、下位次元とのマッチングを行うことで、処理コストを低減させるという、パターン認識方法が開示されている。

また、特開平10-11543号公報には、入力データから特徴ベクトルを抽出し、各クラスタの標準ベクトルとの一致度によって、クラスタに分類し、入力パターンが分類されたクラスタ内の、カテゴリ標準ベクトルと特徴ベクトルの一致度によって、カテゴリ分類することで、マッチングの処理コストを低減させるという、パターン認識用辞書作成装置及びパターン認識装置も提案されている。

発明の開示

本発明は、上記の実状を鑑みてなされたものであり、入力パターンの変動に対して頑健な識別が可能であり、誤識別が生じる可能性を低減させながら、より処理コストの少ないパターン認識を行うことを目的とする。

本発明の一観点によれば、入力データの特徴を階層的に抽出して当該入力データのパターンを識別するパターン識別方法に、第1の階層の特徴を抽出する第1の特徴抽出工程と、前記第1の特徴抽出工程における特徴抽出結果に基づいて前記第1の階層より上位の第2の階層の特徴を抽出する方式を決定する決定工程と、前記決定工程で決定された方式に基づいて前記第2の階層の特徴を抽出する第2の特徴抽出工程とを備える。

本発明の他の観点によれば、入力データの特徴を階層的に抽出して当該入力データのパターンを識別するパターン識別装置に、第1の階層の特徴を抽出する第1の特徴抽出手段と、前記第1の特徴抽出工程における特徴抽出結果に基づいて前記第1の階層より上位の第2の階層の特徴を抽出する方式を決定する決定手段と、前記決定手段により決定された方式に基づいて前記第2の階層の特徴を抽出する第2の特徴抽出手段とを備える。

本発明の他の観点によれば、コンピュータに、入力データの特徴を階層的に抽出させて当該入力データのパターンを識別させるパターン識別プログラムに、第1の階層の特徴を抽出する第1の特徴抽出工程と、前記第1の特徴抽出工程における特徴抽出結果に基づいて前記第1の階層より上位の第2の階層の特徴を抽出する方式を決定する決定工程と、前記決定工程で決定された方式に基づいて前記第2の階層の特徴を抽出する第2の特徴抽出工程とを備える。

本願発明の他の特徴や利点は、添付図面を参照してなされる以下の説明により明らかになるであろう。

図面の簡単な説明

本願に組み込まれ、本願の説明の一部を構成する添付図面は、本願の実施例を例示するもので、明細書と共に本願発明の原理を説明するものである。

5 図 1 A、1 B は、第 1 の実施形態にかかるパターン識別装置の基本構成を示す図である。

図 2 は、第 1 の実施形態におけるパターン識別装置の機能構成を示す図である。

10 図 3 は、第 1 の実施形態における処理の流れを示すフローチャートである。

図 4 は、第 1 の実施形態における、識別カテゴリとしての顔存在画像を示す図である。

図 5 は、4 種類の初期特徴抽出結果を示す図である。

15 図 6 は、抽出すべき各局所特徴の存在する位置における、各初期特徴抽出結果を示す図である。

図 7 は、基本的な Convolutional Neural Network の構成を示す図である。

図 8 は、第 2 の実施形態におけるパターン識別装置の機能構成を示す図である。

20 図 9 A、9 B は、第 2 の実施形態における処理の流れを示すフローチャートである。

図 10 は、第 3 の実施形態におけるパターン識別装置の機能構成を示す図である。

図 11 A、11 B は、第 3 の実施形態における処理の流れを示すフローチャートである。

25 図 12 は、本発明を実現するコンピュータのブロック構成を示す図である。

図13は、第4の実施形態に係るパターン検出装置の構成を示す図である。

図14は、第1の実施形態のパターン検出装置における各特徴検出部において検出される特徴の例を示す図である。

5 図15は、第4の実施形態に係るパターン検出装置の動作例を説明するためのフローチャートである。

図16A、16Bは、2次特徴のうち右空きV字特徴2-1-1に関するモデルを説明するための図である。

10 図17A～17Dは、2次特徴を検出するための回転した検出モデルの一例を示す図である。

図18A、18Bは、3次特徴検出モデル選択部1313におけるモデル選択の方法を示す模式図である。

図19A、19Bは、3次特徴検出部1303において眼特徴を検出するための眼検出モデルの一例を示す図である。

15 図20は、パターン検出装置を用いた撮像装置の構成を示すブロック図である。

図21は、本発明の第2の実施形態に係るパターン検出装置の構成を示すブロック図である。

20 図22は、第5の実施形態に係る3次特徴検出モデル選択部の動作を説明するためのフローチャートである。

図23は、第5の実施形態における検出モデルの選択方法を説明するための模式図である。

図24は、第5の実施形態での各階層における検出モデルの回転角度の変化を示す図である。

25 図25は、第6の実施形態に係るパターン検出装置の構成を示すブロック図である。

図26は、第6の実施形態における2つの回転角度 θ_f 、 $\theta_a \pm \theta_f$ の概要を示す図である。

図27は、第7の実施の形態におけるパターン検出装置の構成を示すブロック図である。

5 図28は、パターン検出装置の動作を説明するためのフローチャートである。

図29A～29Dは、顔領域検出の対象画像の一例を説明するための図である。

10 図30は、顔領域検出の際に用いるパラメータの一例を説明するための図である。

図31A、31Bは、眼領域検出の対象画像において、位置による眼特徴の検出モデルの違いを説明するための図である。

図32A、32Bは、顔領域検出の確認パターンの設定を説明するための図である。

15 図33A、33Bは、パターン検出装置の機能による文字列の検出を説明するための図である。

図34は、第8の実施の形態における情報処理装置の構成を示すブロック図である。

20 図35は、Convolutional ニューラルネットワーク構造を説明するための図である。

図36は、情報処理装置の動作を説明するためのフローチャートである。

図37は、情報処理装置において、特徴検出重みデータを模式的に説明するための図である。

25 図38は、第9の実施の形態における情報処理装置の構成を示すブロック図である。

図39は、サイズ変更機能を模式的に説明するための図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の実施の形態について図面を用いて説明する。

〈第1の実施形態〉

本発明の第1の実施形態として、入力データとして2次元画像データを用い、その画像データが、ある特定のカテゴリであるかどうかを識別する方法を示す。

本実施形態では、識別カテゴリとして、図4のiからivに示すような、顔の中心付近が入力画像のほぼ中央に存在する顔存在画像と、図4のvに示すような、それ以外の画像である顔不在画像を想定し、入力された画像データに対し、上記2つのカテゴリのいずれであるかを識別する方法について説明する。

本実施形態では、顔の存在する画像かどうかという識別を行うが、これに限るものではなく、その他の画像パターンや、入力データが音声データであるような場合にも適用可能である。また、本実施形態では、説明を簡単にするため、顔という単一のカテゴリについて、そのカテゴリ内であるか否かの識別のみを行うが、このような単一のカテゴリではなく、複数のカテゴリについて識別する場合にも適用可能である。

図1Aにパターン識別装置の基本構成を示す。以下、このパターン識別装置の概要について図1Aを用いて説明する。

図1Aのデータ入力部11は、パターン識別を行う入力データを入力する。階層的特徴抽出処理部12は、入力されたデータから階層的に特徴抽出を行い、入力データのパターン識別を行う処理部であり、1次的特徴抽出処理を行う1次的特徴抽出処理部121と、2次的特徴抽出処理を行う2次的特徴抽出処理部122とを備えている。抽出結果分布分析部13は、1次的特徴抽出処理部121において抽出された特徴抽出結果の分布を分析する。

このパターン識別装置では、まずデータ入力部11において識別処理を行うデータを入力する。この入力したデータに対し、階層的特徴抽出処理部12において階層的特徴抽出処理を行う。この階層的抽出処理では、まず1次的特徴抽出処理部121において、入力データから階層的に複数の5 1次的特徴の抽出を行う。次に、1次的特徴抽出処理部121において抽出された少なくとも1種類の1次的特徴の分布を、抽出結果分布分析部13において分析し、その分析結果に基づいて、2次的特徴抽出処理部122において2次的特徴抽出を行う。

次に、図1Bにパターン識別装置の別の基本構成を示す。以下、このパターン識別装置の概要について図1Bを用いて説明する。

図1Bにおいて、データ入力部11は、パターン識別を行う入力データを入力する。階層的特徴抽出処理部12は、入力されたデータから階層的に特徴抽出を行い、入力データのパターン識別を行う処理部であり、1次的特徴抽出処理を行う1次的特徴抽出処理部121と、2次的特徴抽出処理を行う2次的特徴抽出処理部122とを備えている。抽出結果分布分析部13は、1次的特徴抽出処理部121において抽出された特徴抽出結果の分布を分析する。カテゴリ別尤度算出部14は、抽出結果分布分析部13により分析された分析結果から、2次的特徴の各カテゴリの尤度を算出する処理部である。

このパターン識別装置では、まずデータ入力部11において識別処理を行うデータを入力する。この入力したデータに対し、階層的特徴抽出処理部12において階層的特徴抽出処理を行う。この階層的抽出処理では、まず1次的特徴抽出処理部121において、入力データから階層的に複数の1次的特徴の抽出を行う。次に、1次的特徴抽出処理部121において抽出された少なくとも1種類の1次的特徴の抽出結果分布を、抽出結果分布分析部13において分析する。抽出結果分布分析部13により分析された結果に基づき、カテゴリ別尤度算出部において、2次的特徴抽出処理部1

2 2において抽出する2次的特徴の各カテゴリの尤度の算出を行い、2次的特徴抽出処理部122において、算出した尤度が所定値以上であったカテゴリに属する2次的特徴抽出を行う。

図2は、本実施形態におけるパターン識別装置の機能構成を示したものである。また、図3は、本実施形態における処理の流れを示したものである。以下、本実施形態における処理について、図2及び3を用いて説明する。図2の中の実線の矢印は、実際の信号データの流れを示しており、破線の矢印は、実際の信号データではなく動作指示等の命令信号の流れを示したものである。後述する図8及び図10でも同様の表現とする。

10 まず、ステップS301で、画像入力部21より、識別対象となる画像データを入力する。入力する画像データとして、本実施形態ではグレースケール画像を用いるが、RGBカラー画像などでもかまわない。

ステップS302では、初期特徴抽出部22により、入力された画像中の特定方向のエッジなどの初期的な特徴を、少なくとも1つ抽出する。ステップS303では、局所特徴抽出部23により、初期特徴抽出部22で抽出された初期特徴を用いて、特定の長さを持つエッジ線分、エッジ線分の端点等の局所的な特徴を抽出する。ステップS304では、部分特徴抽出部24において、局所特徴抽出部23で抽出された局所特徴を用いて、目、口等の部分特徴を抽出する。

20 ステップS305では、部分特徴分布判定部25により、部分特徴抽出部24で抽出された部分特徴の画像内での分布を分析する。ステップS306では、部分特徴分布判定部25は、その分析結果に応じて、顔抽出部26に対し起動命令を発し、起動する顔抽出モジュールのフラグをオンする。

25 顔抽出部26は、部分特徴抽出部24において抽出された部分特徴を用いて顔の抽出を行う処理部である。顔抽出部26は、特定のサイズや向きに対応した顔抽出を行う複数のモジュールから構成されており、起動命令

を受けたモジュールのみ、顔の抽出を行う。ステップS307～309では、順次、フラグがオンになっている顔抽出モジュールによる顔抽出処理を行い、顔抽出を実行した顔抽出モジュールのフラグをオフにする。フラグがオンになっている顔抽出モジュールがなくなると、顔抽出処理を終了する。

ステップS310～311では、検出結果出力部27において、顔抽出モジュールによる顔の抽出結果を統合して、入力画像が顔存在画像であるのか、顔不在画像であるのかの判別を行い、その結果を出力する。

以下で、画像入力部21において入力された画像データに対する、初期特徴抽出部22以降の各処理部での処理について詳細に説明する。

初期特徴抽出部22において、入力画像から抽出する初期的な特徴は、上位階層である局所特徴抽出部23において抽出される特徴の構成要素となる特徴であることが望ましい。本実施形態では、単純に縦方向、横方向、右上がり斜め方向、左上がり斜め方向の微分フィルタを用いて、入力画像の各位置でフィルタリング処理を行い、垂直エッジ、水平エッジ、斜め方向エッジ等の4種の特徴を抽出する。本実施形態では上記のようなフィルタリング処理を行うが、予め用意した初期的な特徴を示すテンプレート画像などを用い、入力画像の各位置でテンプレートマッチングを行うことにより、特徴を抽出するなどしても構わない。

ここで抽出された特徴は、その特徴の種類、画像中での位置、抽出すべき特徴の尤度や特徴検出レベルといった情報として保持する。本実施形態では、この段階で入力画像から、図5のaからdに示すような特徴が抽出される。図5のaは垂直エッジの抽出結果を示し、bは水平エッジ、cは右斜めエッジ、dは左斜めエッジの抽出結果である。

図5では、それぞれ画像の各位置でフィルタリングを行った結果が0である位置をグレーとし、正の値を高輝度値、負の値を低輝度値としてあらわすようにしてある。つまり、図5の画像内において、輝度値が高く示さ

れている位置が各フィルタの種類に対応した方向のエッジが抽出された位置である。逆に輝度値が低く示されている位置は、各フィルタの種類に対応した方向と逆方向のエッジが存在する位置である。また輝度の中間値であるグレーの部分はエッジが抽出されていない位置を示している。

5 ここでは特徴の抽出に微分フィルタを用いているので、フィルタリングを行った値の絶対値はエッジの急峻さを示す。つまり入力画像において、フィルタの種類に応じた方向に輝度値の変化が大きい位置ほど、高輝度値、もしくは低輝度値として示してある。

局所特徴抽出部 2 3において、初期特徴抽出部 2 2において抽出された
10 初期特徴抽出結果を用いて抽出する局所的な特徴は、初期特徴抽出部 2 2において抽出する特徴と同様に、上位階層である部分特徴抽出部 2 4において抽出される特徴の構成要素となる特徴であることが望ましい。

本実施形態では、部分特徴抽出部 2 4において目と口を抽出するため、局所特徴抽出部 2 3では、図 6 の (1 - a) から (1 - d) 内の円で囲われた部分に示すような、目尻、目頭や口の両端等に相当するエッジ線分の端点として、左側端点と右側端点の 2 種類の特徴と、目の上部や口唇上部に相当する特徴、目の下部や口唇下部に相当する特徴の、2 種類の特定の長さを持ったエッジ線分を抽出する。

図 6 の (1 - a) から (1 - d) は、左側端点（図は左目の目頭）が存在する位置における初期特徴抽出結果である。 (1 - a) は垂直エッジの抽出結果であり、 (1 - b) は水平エッジ、 (1 - c) は右斜めエッジ、 (1 - d) は左斜めエッジの抽出結果となっている。その他 (2 - a) から (2 - d) は、右端点（図は口の端点）が存在する位置における各初期特徴（順に、垂直、水平、右斜め、左斜めエッジ）抽出結果であり、 (3 - a) から (3 - d) は目の上部や口唇上部（図は右目の上部）、 (4 - a) から (4 - d) は、目の下部や口唇下部（図は口唇下部）が存在する

位置における各初期特徴（順に、垂直、水平、右斜め、左斜めエッジ）抽出結果である。

本実施形態では、各々の特徴の抽出方法として、初期特徴抽出部 22 で抽出された特徴ごとに特有の 2 次元マスクを予め用意しておき、図 5 の a 5 から d に示したような、それぞれの特徴抽出結果の各位置において、予め用意した抽出予定の特徴に固有の 2 次元マスクにより、フィルタリング処理（コンボリューション演算）を行う。そして、それぞれの初期特徴抽出結果に対してフィルタリングを行った結果を統合することで、それぞれの特徴の抽出を行う。

10 予め用意しておく固有の 2 次元マスクは、抽出すべき特徴、ここでは例えば左端点のような特徴において、その特徴が存在する位置における、それぞれの初期特徴抽出結果の分布、すなわち (1-a) から (1-d) に対応している。つまり、初期特徴抽出結果の分布が、抽出すべき特徴が存在する位置周辺に特有の初期特徴抽出結果の分布である場合にフィルタリ 15 ングを行った値が高いものになるような 2 次元マスクを設定する。

2 次元マスクの設定の方法としては、単純に複数のテストパターンを与える、与えたテストパターンが抽出すべき特徴である場合は、フィルタリングを行った結果が高い値になるように 2 次元マスクの各要素の値を調整し、逆に抽出すべき特徴でない場合は、フィルタリングを行った値が低い値に 20 なるように、2 次元マスクの各要素の値を調整することにより設定すればよい。またその他の方法として、事前に有する知識を利用して、2 次元マスクの各要素の値を設定するようにしても構わない。

上記のような処理を行い抽出した特徴は、初期特徴抽出部 22 と同様に、抽出した特徴の種類、画像中での位置、抽出すべき特徴の尤度や特徴検出 25 レベルといった情報として保持する。本実施形態では、2 種類の端点と、2 種類の特定の長さを持つエッジ線分の 4 種類の特徴ごとに、抽出された特徴の位置と、各特徴に固有の 2 次元マスクを用いて、それぞれの初期特

徴に対してフィルタリングを行い、その結果を統合したものを、その特徴の尤度として記録して保持しておく。

部分特徴抽出部 2 4 での処理も、局所特徴抽出部 2 3 での処理と同様であり、下位の層の特徴抽出結果である局所特徴抽出部 2 3 において抽出した複数の局所特徴の抽出結果から、部分特徴の抽出を行う。抽出する部分特徴は、これも同様に、上位階層である顔抽出部 2 6 において抽出される特徴、つまり実施形態中では顔の構成要素となる特徴であることが望ましい。

本実施形態では、前述のように、部分特徴抽出部 2 4 では、目、口等の抽出を行う。抽出の処理としては、局所特徴抽出部 2 3 での抽出方法と同様であり、特定の 2 次元マスクを用いたフィルタリングにより特徴を抽出すればよい。または単純に、局所特徴抽出部 2 3 における特徴抽出結果の内、ある一定値以上の尤度を持った特徴が、特定の空間配置関係にあるかどうかによって、目、口の抽出を行うなどしてもよい。

上記のようにして抽出した目、口に関しても、抽出した特徴の種類、画像中での位置、抽出すべき特徴の尤度や特微量といった情報として保持する。本実施形態では、目、口ごとに、それぞれに固有の 2 次元マスクによる局所特徴抽出結果に対するフィルタリングの結果を、画像中の各位置で統合したものを、各部分特徴の各位置での尤度として保持する。

部分特徴分布判定部 2 5 では、部分特徴抽出部 2 4 において抽出された特徴の抽出結果に対して、簡単な分布の分析を行い、その結果に基づいて、顔抽出部 2 6 に対し、所定の顔抽出モジュール（複数可）に対して起動命令を与える。

ここで行う分析は、初期特徴抽出部 2 2 から部分特徴抽出部 2 4 までを行ったような処理とは異なり、起動命令を与える所定の顔抽出モジュールごとの必要条件を抽出する。例えば本実施形態では、入力画像の所定の座標付近において、部分特徴抽出部 2 4 の処理により目が抽出されているか、

もしくは抽出されていないかを判別するという分析や、部分特徴抽出部 24 の処理による口抽出結果の重心位置が所定の座標付近にあるかどうかを判別する分析、或いは部分特徴抽出部 24 の処理結果である目の尤度の累計が所定値以上であるかどうかを判別する分析などを行う。

5 ここで行う上記のような分析は、顔抽出部 26 を構成している、複数の変動に対応した顔抽出を行うモジュールに対応した条件などを、予め設定しておけばよい。ここで変動とは、例えば回転変換やサイズ変換等のアフィン変換や、顔が横を向いたときなどに対応する変換等によって得られる特徴の変化のことである。例えば、時計回り面内回転変動に対応した顔抽出モジュールであれば、口抽出結果の重心位置が、画像中央より左寄り下部の位置に存在し、さらに目抽出結果の重心位置が、口抽出結果の重心位置の、右上部の位置に存在するというような条件を、時計回り面内回転変動に対応した顔抽出モジュールの必要条件の 1 つとして設定しておく。

10 このような分析をいくつか行い、分析の条件を満たす所定の顔抽出モジュールに対して起動命令を発する。重心の分析、尤度の累計の分析等は、例えば目が存在するだろうと予測される位置等の、所定の範囲内で行うようにもよい。また、2つ以上の特徴の、尤度の累計に関する比較などを行ってもよい。このような簡単な必要条件の分析により、特徴抽出を行うモジュールを選択することで、処理コストの低減が可能になり、さらに誤識別の低減も可能になる。

15 顔抽出部 26 では、部分特徴分布抽出部 25 から起動命令を受けた所定の顔抽出モジュールのみ、部分特徴抽出部 24 で抽出された、目、口の抽出結果を用いて、部分特徴抽出部 24 等と同様な特徴抽出処理を行う。特定の変動に対応したモジュールとしては、例えばサイズによる変動（図 4 の ii）、面内回転による変動（図 4 の iii）、顔の横振り（図 4 の iv）、縦振りによる変動等に特化したモジュールを用意しておく。

本実施形態では、前記のような変動に対応したモジュールごとに、特定の2次元マスクを予め用意しておき、起動命令を受けたモジュールのみ、前記特定の2次元マスクを用いてフィルタリング処理を行う。2次元マスクの設定は、局所特徴抽出部23で説明したのと同様であり、モジュールごとに変動に特化するように、モジュールに対応した特定の変動を有する顔をテストパターンとして与えることによって設定を行う。

この顔抽出では、画像中央付近を中心とする顔を目標とした抽出を行うため、部分特徴抽出部24までの特徴抽出処理とは異なり、フィルタリングを画像の各位置で行う必要はなく、画面内の顔を抽出するための範囲でのみフィルタリングを行えばよい。

検出結果出力部27では、起動命令を受け、顔抽出処理を行った、変動に対応したモジュールによるフィルタリングの結果から、最終的な入力画像のカテゴリ分別を行う。ここでは単純に、起動された顔抽出モジュールの出力値が、それぞれのモジュールに応じて設定された閾値を超えていた時、入力画像が顔存在画像であると判定し、そうでない場合は、顔不在画像であると判定する。

ここで判定は、この方法に限るものではなく、例えば起動されたモジュールの出力値を統合して、最終的な判定を行うというようにしてもよい。具体的には、時計回り面内回転変動に対応したモジュールの出力値を、変動としては逆のカテゴリである、反時計回り面内回転変動に対応したモジュールの出力値に所定の重み付けをして減算したものとする、等というように、変動が相反するようなモジュール間で、お互いの出力を抑制することで、誤識別を低減することができる。

また、特定のサイズの顔に対応したモジュールの出力値に対し、変動としては類似したカテゴリである前記特定のサイズよりやや大きいサイズの顔に対応したモジュールの出力値に所定の重み付けをして加算する、等と

いうよう、変動が似通ったモジュール間で、お互いの出力を促進することで、識別のための閾値を高く設定することができ、結果として誤識別が低減できる。

5 または、上記のような類似したカテゴリの、2つ以上のモジュールの出力値を重み付け加算、もしくは単純に相加平均演算等をすることにより得られる値を、カテゴリ間の中間の変動に対応する仮想的な特徴抽出モジュールの出力値として新たに設定することで、少ない処理コストで、識別漏れのない高精度な識別が可能である。

10 以上、第1の実施形態は、入力データとして2次元画像データを用い、その画像データが、ある特定のカテゴリであるかどうかを識別する方法において、識別カテゴリとして、顔の中心付近が入力画像のほぼ中央に存在する顔存在画像と、それ以外の画像の顔不在画像を想定し、入力された画像データに対し、上記2つのカテゴリのいずれであるかを識別する方法の例として説明した。

15 <第2の実施形態>

第2の実施形態では、上記第1の実施形態の変形として、入力データとして、2次元画像データを用い、画像中のどの位置に顔があるのかを検出する方法を示す。本実施形態においては、画像中の顔を検出するという処理を行うが、第1の実施形態と同様に、これに限るものではなく、その他の画像パターンや、入力データが音声データであるような場合にも適用可能である。また、複数のカテゴリの対象を検出するような場合においても適用可能である。

20 本実施形態では、2次元画像データから、階層的特徴抽出により、変動に対して頑健に特定のパターンを検出する方法として、Convolutional Neural Network (以下CNN) の基本構成に変更を与えて用いる。図7に基本的なCNNの構成を示す。CNNの基本的な処理について、図7を用

いて説明をする。図7において、処理の流れは、左端を入力とし、右方向へ処理をされる。

図7の71は、入力画像の輝度値等に対応した画素値分布である。また図中、72、74、76、78は、特徴検出層であり、各層内の、L7・5 21、L7・2 2、L7・2 3、L7・2 4、L7・4 1、L7・4 2、L7・4 3、L7・4 4、L7・6 1、L7・6 2、L7・8 1は、特徴検出細胞面である。一方、73、75、77は、特徴統合層であり、各層内の、L7・3 1、L7・3 2、L7・3 3、L7・3 4、L7・5 1、L7・5 2、L7・5 3、L7・5 4、L7・7 1、L7・7 2は、特徴統合細胞面である。

CNNでは、特徴検出層と特徴統合層の2つの層をひとつのセットとし、それが階層的に構成されている。特徴検出層内の各特徴検出細胞面は、それぞれある特定の特徴を検出する特徴検出ニューロンを有している。各特徴検出ニューロンは、その特徴検出ニューロンの位置に応じた局所的な範囲で、前段階層の特徴検出結果、つまり特徴検出層74内の特徴検出ニューロンであればL7・3 1からL7・3 4までの特徴抽出結果に、特徴検出層72内の特徴検出ニューロンであれば、入力画像である71に、特徴検出細胞面ごとに固有の重み分布で結合されている。

この重みは、第1の実施形態において述べた、エッジを抽出するための微分フィルタや、特定の特徴を抽出するための2次元マスクに対応しており、第1の実施形態で述べたように、事前の知識を利用して設定したり、複数のテストパターンを与えて学習により設定したりすればよい。その他誤差逆伝播法による学習や、Hebbの学習則による自己組織化的な学習など、既知のNeural Networkの学習方法を利用して設定しても構わない。

各特徴検出ニューロンは、結合先である各特徴細胞面での特徴抽出結果、もしくは特徴検出層72であれば入力画像の輝度値等に対して、所定の重みで重み付け加算を行い、その演算結果の値を双曲線正接関数等の非線形

関数で変換したものを、当該特徴検出ニューロンの出力値とするようにして特徴の検出を行う。

例えば、L 7・21は垂直エッジを検出する細胞面であるとすると、入力画像の輝度値に対し、微分フィルタに対応する重み付け加算をL 7・2
5 1内の各特徴検出ニューロンが行い、入力画像において垂直エッジが存在する位置で、L 7・21内の特徴検出ニューロンで行った演算結果の値が大きくなり、高い出力値を示す、つまり特徴が検出されるというような構成になる。

10 その他の特徴検出細胞面に関しても同様に、各特徴検出細胞面に特定の特徴が検出された位置において、特徴検出ニューロンが高い出力値となるようになっている。出力値の演算に関しては、一般的には上記のように非線形変換を行うが、特にこれに限るものではない。

15 特徴統合層内の各特徴統合細胞面は、それぞれ前段階層である特徴検出層の1つの特徴検出細胞面と結合しており、前段の特徴検出結果に対して局所的な範囲において結合し、特徴検出結果をぼかす(統合)処理を行う、特徴統合ニューロンを有している。各特徴統合ニューロンは、基本的には前述の特徴検出ニューロンと同様の演算を行うが、特定の2次元マスクに対応する重み分布が Gaussian Filter や Low-Pass Filter であることが特徴である。

20 このような階層的な特徴検出、特徴統合処理を用いて、初期的な特徴から、徐々に高次の特徴を検出し、最終的に入力のカテゴライズをするというのがCNNのネットワーク構造である。上記のような処理により、入力画像から高次特徴を検出することで、特定の画像検出が可能である。CNNは、階層的な特徴抽出と、特徴統合層のぼかしにより、さまざまなパターンの変動に対して頑健な識別が可能であることが特徴である。

本実施形態においては、上記CNNを基本的な階層的特徴抽出の処理構成として説明を行う。図8は、本実施形態における処理部の構成を示した

ものである。また、図9A、9Bは、本実施形態における処理の流れを示したものである。以下、本実施形態における処理について、図8及び9A、Bを用いて説明する。

図8における画像入力部801、初期特徴抽出部802、局所特徴抽出部803、部分特徴抽出部804は、それぞれ第1の実施形態における画像入力部21、初期特徴抽出部22、局所特徴抽出部23、部分特徴抽出部24と同様である。そしてステップS901～904の処理は、図3におけるステップS301～304の処理と同様である。

本実施形態では、画像入力部801においてRGBカラー画像を用い、RGBカラー画像をグレースケール画像に変換したものを、次の階層である初期特徴抽出部802の入力とする。また、特徴抽出に上記CNNによる処理を用い、各特徴抽出部では、特徴検出層による特徴検出と、特徴統合層による検出された特徴の統合を行う。局所特徴抽出部803、部分特徴抽出部804で抽出する特徴の種類は、第1の実施形態と同様のものである。またその各特徴を検出するための、特徴検出細胞面ごとに固有の重み分布も、第1の実施形態で説明した固有の2次元マスクの設定方法と同様に、入力として複数のテストパターンを与え、学習によって設定したものを用いる。

本実施形態では、初期特徴抽出部801で抽出する特徴は予め限定した特徴を用いず、局所特徴抽出部802で検出する特徴を学習する際に、誤差逆伝播法を用いることによって、局所特徴を検出するための各特徴検出細胞面固有の重み分布を学習するとともに、初期特徴を検出する各特徴細胞面固有の重み分布を自動的に設定するようにしている。これにより、初期特徴抽出部801では、局所特徴抽出部802で検出する局所特徴を構成する特徴であって、その局所特徴を検出するのに必要である初期特徴を抽出するように、入力画像71との結合重み分布が自動的に設定することができる。

ステップ905では、第1の顔抽出部805により、部分特徴抽出部804において抽出された、目、口の抽出結果に対して、上記の特徴抽出方法と同様の処理を行い、画像内の顔を抽出する。

5 顔候補存在判定部806では、第1の顔抽出部805の出力値が所定の閾値を超えた場合に、そこに顔の候補が存在すると判定し（ステップS906）、顔候補の個数をCountに設定して（ステップS907）、顔候補があると判定された顔候補存在位置の座標を順次出力し、肌色領域抽出部807、及び部分特徴分布判定部808に対して起動命令を発する（ステップS908）。

10 15 肌色領域抽出部807は、顔候補存在判定部806からの起動命令を受け、顔候補存在位置座標に基づく範囲において、入力画像から肌色の領域を抽出する（ステップS909）。部分特徴分布判定部808は、顔候補存在位置座標に基づく範囲における部分特徴抽出結果の分布を判定し（ステップS910）、上記第1の実施形態と同様に、起動する顔抽出モジュールのフラグをオンする（ステップS911）。

本実施形態の部分特徴分布判定部808は、第1の実施形態の部分特徴分布判定部25とは異なり、部分特徴抽出部804での特徴抽出結果だけでなく、肌色領域抽出部807での肌色領域抽出結果も利用して、それらの特徴抽出結果に対して、簡単な分布の分析を行い、複数の変動に対応した顔抽出モジュールから構成される、第2の顔抽出部809に対して起動命令を発する処理部である。ちなみに、本実施形態での1つの顔抽出モジュールは、上記CNNにおける1つの特徴検出細胞面に対応する。

25 第2の顔抽出部809は、上記第1の実施形態と同様に、変動に対応した顔抽出モジュールによる顔抽出を行う。すなわち、順次、フラグがオンになっている顔抽出モジュールによる、顔候補存在位置座標での顔抽出処理を行い、顔抽出を実行した顔抽出モジュールのフラグをオフにする（ステップS911～914）。

本実施形態における顔抽出処理は、第1の実施形態とは異なり、部分特徴抽出部804における処理により抽出された目、口の特徴抽出結果だけではなく、局所特徴抽出部803において抽出した、目の上部や口唇上部に相当する特徴抽出結果、及び肌色領域抽出部807において抽出した肌色領域抽出結果も用いて、特定変動に対応した顔の抽出を行う。

検出結果出力部810では、第2の顔抽出部809における顔抽出結果に基づいて、入力画像中のどの位置に顔が存在するかという結果を出力する。すなわち、各モジュールの出力結果を統合し（ステップS914）、その顔候補存在位置における検出結果を出力し（S915）、次の顔候補存在位置における検出ループする（ステップS917～918）。

本実施形態での、第1の顔抽出部805以降の各処理部での詳細な処理について以下に説明する。

第1の顔抽出部805で行う顔の抽出処理は、局所特徴抽出部803や部分特徴抽出部804での特徴抽出処理と同様である。ここでの顔抽出は、第1の実施形態における顔抽出部26のように、変動に対応した複数の顔抽出モジュールを持っておらず、1つのモジュールのみで構成されている。また本実施形態では、第1の実施形態とは異なり、画像内のどの位置に顔があるのかを検出するため、画像の中央付近においてのみ顔の抽出を行うのではなく、画像の各位置において顔抽出を行う。

ここで抽出処理に用いる、各顔検出ニューロンの部分特徴抽出部804において抽出された部分特徴抽出結果に結合する固有の重み分布は、様々な変動のある顔、つまり図4のiからivに示すような様々な変動を有する顔をテストデータとして与えた学習によって設定を行っている。このように学習することで、顔でないものを顔と判定する可能性が高くなる等、精度としては低くなるが、単独のモジュールで様々な変動のある顔を抽出することが可能になる。この処理部では、上記のように学習した重み分布を用い特徴検出を行って、その結果を特徴統合層により統合する。

5 顔候補存在判定部 806 では、第 1 の顔抽出部 805 における顔抽出処理の結果に対して、所定の閾値以上の出力である部分を判定する。そして、判定された位置に顔の候補が存在するとして、その候補が存在する範囲において、肌色部分特徴分布判定部 807、及び部分特徴分布判定部 808 の処理を行うように起動命令を発する。

10 肌色領域抽出部 807 は、顔候補存在判定部 806 からの起動命令を受け、顔の候補が存在する範囲付近において、肌色領域の抽出を行う。本実施形態では、肌色領域の抽出を行う領域において、RGB カラー入力画像を、HSV 表色系に変換し、特定の色相 (H) の範囲の画素のみを肌色領域として抽出するようにする。肌色領域抽出の方法に関しては、これに限るものではなく、一般に知られたその他の方法でも構わない。例えば、彩度 (S) や輝度 (V) を利用して抽出するようにしてもよい。また、本実施形態では肌色領域を抽出したが、これ以外にも髪の毛の領域等を抽出するなどしてもよい。

15 20 部分特徴分布判定部 808 は、第 1 の実施形態における部分特徴分布判定部 25 と同様の処理を行う。本実施形態では、肌色領域抽出部 807 と同様に、顔候補存在判定部 806 からの起動命令を受け、顔の候補が存在する範囲付近において、所定の特徴抽出結果の分布の分析を行う。そしてその結果に応じて、複数の特定の変動に対応した顔抽出モジュールから構成される、第 2 の顔抽出部 809 の所定の顔抽出モジュールを選択し、顔候補存在位置において顔抽出処理を行うように起動命令を与える。

部分特徴分布判定部 806 により分析を行う特徴抽出結果は、部分特徴抽出部 804 により抽出された目、口の抽出結果、及び肌色領域抽出部 807 による肌色領域抽出結果である。ここで行う分析は、第 1 の実施形態において説明したものと同様であり、第 2 の顔抽出部 809 を構成する、変動に対応した各モジュールが、顔が存在する場合に満足すべき必要条件を抽出する処理を行う。

本実施形態では、第1の実施形態とは異なり、肌色領域抽出結果を用いるので、その結果に対する分析のいくつかを挙げる。いちばん簡単な例としては、抽出された肌色領域の面積を分析するものがある。その他、肌色として抽出された領域の縦横比を分析したり、顔候補が存在すると判定された領域の、上半分の肌色抽出領域の重心位置と、下半分の肌色抽出領域の重心位置の相対位置関係を分析したりしてもよい。

例えば1番目に挙げた例は、その面積に応じて、特定のサイズの顔抽出モジュールにおける必要条件の1つになる。また、2番目の例は、顔の横振りや縦振りに対応したモジュール、3番目の例は、顔の面内回転に対応したモジュールにおける必要条件の1つとして設定することができる。また、部分特徴抽出部804により抽出された、部分特徴抽出結果を用い、目が抽出された領域の面積と、肌色領域の面積の比較や、逆に目が抽出されていない領域と肌色領域の面積の比較、さらに目が抽出されていない領域と肌色でない領域の面積の比較といった分析を行ってもよい。

上記のような面積等の分析においても、第1の実施形態において述べたように、特定の領域内においてのみ分析をするようにしてもよい。例えば、髪の毛の位置と思われる領域で、肌色ではない領域の面積の分析を行うようにしてもよい。第1の実施形態で行ったような、目、口の抽出結果に関する分析に加え、上記のような分析を追加することで、より精度の高い起動命令を発することが可能になる。

第2の顔抽出部809は、第1の実施形態の顔抽出部26と同様の処理部であり、特定の変動に対応した複数の顔抽出モジュールから構成されている。本実施形態では、第1の実施形態とは異なり、部分特徴抽出部804による目、口の抽出結果だけでなく、肌色領域抽出部807による肌色抽出結果、第1の顔抽出部805による、様々な変動のある顔の抽出結果、及び局所特徴抽出部803により抽出された特徴の内、目の上部や口唇上

部に相当する特徴抽出結果を用いて、顔候補存在位置において顔抽出を行う。

このように、直前の階層の特徴抽出結果だけでなく、同レベルの特徴である、同階層内の特徴抽出結果（ここでは第1の顔抽出結果）や、階層的特徴抽出の枠組みの外部から挿入した特徴抽出結果（ここでは肌色領域抽出結果）、直前の階層以前の階層における特徴抽出結果（ここでは目の上部や口唇上部に相当する特徴抽出結果）、さらに後述の第3の実施形態において説明を行う、後段階層の特徴抽出結果等を、特徴抽出の際に補助的に用いることで、特徴抽出の精度を高めることができる。このようにすることにより、処理コストは増加するが、部分特徴分布判定部808から起動命令を受けたモジュールの、顔候補が存在する位置でのみ、第2の顔抽出部809の特徴抽出処理を行うため、処理コストの増加は最低限で抑えられることができる。

検出結果出力部810は、第1の実施形態における検出結果出力部27と同様の処理部であり、第2の顔抽出部809を構成する、複数の変動に対応した顔抽出モジュールの内、部分特徴判定部808からの起動命令により特徴抽出処理を行った結果から、画像中のどの位置に顔が存在するのかを判定して、その結果を出力する。ここでも、第1の実施形態で説明したのと同様に、複数のモジュールの出力を統合することで、精度の高い検出が可能になる。

以上、第2の実施形態は、入力データとして2次元画像データを用い、その画像内において、ある特定の対象を検出する方法において、顔を検出対象とする例を説明した。

＜第3の実施形態＞

25 本発明の第3の実施形態は、上記第2の実施形態の変形したものである。本実施形態も、第2の実施形態と同様に、画像中の顔を検出するという処理を行うが、これに限るものではなく、その他の画像パターンや音声デー

タにも適用可能である。また、複数のカテゴリの対象を検出するような場合にも適用可能である。

図10は、本実施形態における処理部の構成を示したものである。また、図11A、11Bは、本実施形態における処理の流れを示したものである。

5 本実施形態の基本的な処理の構成は第2の実施形態において説明したものと同様である、以下、本実施形態における処理について、図10を用いて説明する。

図10の画像入力部1001から肌色領域抽出部1007までによる処理（ステップS1101～1109）は、第2の実施形態のステップS9
10 01～909とまったく同様のものであるので説明を省略する。

部分特徴分布判定部1008も第2の実施形態における部分特徴分布判定部808と同様の処理であるが、特徴抽出結果の分布の分析結果に応じて、第2の顔抽出部1009の、複数の変動に対応した顔抽出モジュールに、顔候補存在位置において顔抽出処理を行うように起動命令を与えるとともに、複数の変動に対応した、部分特徴抽出モジュールから構成される、第2の部分特徴抽出部1011に対しても、起動命令を発する。すなわち、顔候補存在位置座標に基づく範囲における部分特徴抽出結果の分布を判定し（ステップS1110）、及び起動する顔抽出モジュールのフラグをオンする（ステップS1111）。

20 第2の部分特徴抽出部1011は、特定の変動に対応した部分特徴の抽出を行う複数のモジュールから構成されており、部分特徴分布判定部1008からの起動命令を受け、起動命令を受けたモジュールの、顔候補存在位置によって決まる特定の位置でのみ、部分特徴の再抽出を行う。すなわち、フラグがオンになっている顔抽出モジュールに対応した部分特徴抽出モジュールがあれば、顔候補存在位置座標によって定まる位置における部分特徴抽出処理を行う（ステップS1113～1114）。

第2の顔抽出部1009は、第2の実施形態の第2の顔抽出部809とほぼ同様の処理部である。ただし、第2の部分特徴抽出部1011により、ここで起動される顔抽出モジュールに対応した、部分特徴の再抽出が行われた場合は、部分特徴抽出部1004で抽出された特徴を用いて顔抽出を行う。すなわち、フラグがオンになっている顔抽出モジュールにより、顔候補存在位置で顔抽出を行い、顔抽出を実行した顔抽出モジュールのフラグをオフにする（ステップS1115～1116）。

検出結果出力部1010は、第2の実施形態の検出結果出力部810とまったく同様であり、ステップS1117～1120は、第2の実施形態のステップS915～918とまったく同様のものであるので説明を省略する。

本実施形態における部分特徴分布判定部1008、第2の部分特徴抽出部1011、及び第2の顔抽出部1009での詳細な処理について以下に説明する。

部分特徴分布判定部1008は、前述のように、部分特徴の抽出結果の分布を分析する処理に関しては、第2の実施形態と同様である。第2の実施形態では、ここで複数の変動に対応した顔の抽出を行うモジュールに対して起動命令を発したが、さらに起動命令を発した顔抽出モジュールの変動に対応した部分特徴の抽出を行う第2の部分特徴抽出部1011に対しても、起動命令を発する。具体的には、例えば時計回り面内回転変動に対応した顔抽出モジュールを起動するように起動命令を発したとき、同時に、同じ変動である時計回り面内回転変動に対応した部分特徴抽出モジュールに対しても、起動命令を発するというようにする。

第2の部分特徴抽出部1011は、複数の変動に対応した部分特徴の抽出を行う複数のモジュールにより構成される。ここでは、部分特徴分布判定部1008からの起動命令を受けた、複数の変動に対応した顔の抽出を行うモジュールに対応した部分特徴抽出モジュールを起動し、顔候補存在

判定部 1006 の結果として得られる顔候補存在位置によって決まる特定の範囲においてのみ、部分特徴の抽出を行う。特徴の抽出方法は、第 2 の実施形態において説明したものと同様のものである。

各部分特徴モジュールは、基本的には第 2 の顔抽出部 1009 を構成する、複数の変動に対応した顔抽出モジュールのそれぞれに対応しているが、5 1 対 1 の対応でなくてもよい。例えば、正面向きの顔抽出モジュールに対応した、部分特徴抽出モジュールは存在しない、などとしてもよい。このようにした場合、正面向きの顔抽出モジュールに対して起動命令が発せられた場合は、第 2 の部分特徴抽出部 1011 での処理は行わない、という10 ようにすればよい。

さらに、複数種類の顔抽出モジュールに対して、1 つの部分特徴抽出モジュールを対応させるというようにしてもよい。例えば、時計回り 15 度の面内回転変動に対応する顔抽出モジュールと、時計回り 30 度の面内回転変動に対応する顔抽出モジュールとでは、1 つのモジュールで両方の変15 動を含めた抽出を行う部分特徴抽出モジュールを対応させるようにしたりする。

このように、上位の階層レベルの特徴抽出結果出力に基づいて、下位の階層レベルの特徴抽出モジュールの動作を制御するフィードバック機構を導入する。すなわち、第 2 の顔抽出において起動される、特定の変動に対20 応する顔抽出モジュールに対応した部分特徴抽出モジュールにより、低次の特徴を再抽出することで、さらに高精度な特徴抽出が可能になる。特徴の再抽出により、処理コストは増加するが、起動命令を受けたモジュールの特定の位置のみで処理を行うため、処理コストの増加は最低限で抑えることができる。

25 本実施形態では、この処理部において口の抽出は行わず、変動に対応した目の抽出のみを行っている。さらに高精度な特徴抽出を求めるのであれ

ば、変動に対応した口の抽出を行ってもよいし、第1の部分特徴抽出部1004で抽出した特徴以外の種類の特徴を抽出するようにしてよい。

さらに、ここでの特徴抽出は、第1の部分特徴抽出部1004とは異なり、局所特徴抽出部1003で抽出された、局所特徴抽出結果に加えて、
5 部分特徴抽出部1004において抽出された目、口等の部分特徴抽出結果、及び第1の顔抽出1005において抽出された、第1の顔抽出結果も利用して、目の抽出を行う。第2の実施形態においても述べたように、同レベルの特徴である同階層内の特徴抽出結果や、上位レベルの特徴である上位階層の特徴抽出結果を補助的に利用することで、さらに精度の高い特徴抽出処理が可能になる。
10

第2の顔抽出部1009は、基本的には、第2の実施形態における、第2の顔抽出部809と同様の処理を行う。第2の実施形態での第2の顔抽出部809との違いは、第2の部分特徴抽出部1011において、起動される顔抽出モジュールに対応する、変動に対応した部分特徴抽出が行われた場合、第1の部分特徴抽出部1004において抽出された部分特徴抽出結果を用いて顔抽出をするのではなく、第2の部分特徴抽出部1011において抽出された変動に対応した部分特徴抽出結果を利用して、顔抽出を行う点にある。
15

本実施形態では、第2の部分特徴抽出部1011においては、目のみの抽出を行っているため、口の抽出結果は、第1の部分特徴抽出部1004での抽出結果を用いる。上記の第2の部分特徴抽出部1011において説明したように、例えば、正面向きの顔抽出モジュールに対応する部分特徴抽出モジュールが存在しないという場合、正面向きの顔抽出モジュールに対して起動命令が発せられた時は、第2の部分特徴抽出部1011における特徴の再抽出は行われない。
20
25

このような場合は、第1の部分特徴抽出部1004の特徴抽出結果をそのまま用いるというようにすればよい。本実施形態では、起動される顔抽

出モジュールに対応する、変動に対応した部分特徴抽出が行われた場合、第1の部分特徴抽出部1004により抽出された目の抽出結果は用いないが、さらなる精度向上のため、この特徴抽出結果も補助的に用いるというようにしてもよい。

5 以上、第3の実施形態は、第2の実施形態の変形として、入力データとして2次元画像データを用い、その画像内において、ある特定の対象を検出する方法において、顔を検出する例として説明した。

図12は、本発明を実現する情報処理装置のブロック構成例を示す図である。同図に示すように、この情報処理装置は、CPU1201、ROM1202、RAM1203、HD（ハードディスク）1204、CD1205、KB（キーボード）1206、CRT1207、カメラ1208、ネットワークのインターフェース（I/F）1209が、バス1210を介して互いに通信可能に接続されて構成されている。

CPU1201は、情報処理装置全体の動作制御を司るものであり、HD（ハードディスク）1204等から処理プログラム（ソフトウェアプログラム）を読み出して実行することで、情報処理装置全体を制御する。

ROM1202は、プログラムやプログラム内で用いられる各種データ等を記憶する。

RAM1203は、CPU1201での各種処理のために、一時的に処理プログラムや処理対象の情報を格納するための作業用エリア等として使用される。

HD1204は、大容量記憶装置の一例としての構成要素であり、モデルデータなどの各種データ、あるいは各種処理の実行時にRAM1203等へ転送される処理プログラム等を保存する。

25 CD（CDドライブ）1205は、外部記憶媒体の一例としてのCD（CD-R）に記憶されたデータを読み込み、また、当該CDへデータを書き出す機能を有する。

キーボード 1206 は、情報処理装置に対する各種指示等をユーザが入力するための操作部である。

CRT 1207 は、ユーザへの各種指示情報や、文字情報或いは画像情報等の各種情報の表示を行う。

5 カメラ 1208 は、識別対象画像を撮像して入力する。

インターフェース 1209 は、ネットワークから情報を取り込んだり、ネットワークへ情報を発信したりするために用いられる。

〈第4の実施形態〉

図13は、本発明の第4の実施形態に係るパターン検出装置の構成を示す図である。図13において、1300は信号入力部、1301は1次特徴検出部、1311は1次特徴検出フィルタ設定部、1302は2次特徴検出部、1312は2次特徴検出モデル設定部、1303は3次特徴検出部、1313は3次特徴検出モデル選択部、1323は3次特徴検出モデル保持部、1304は4次特徴検出部、1314は4次特徴検出モデル選択部、そして、1324は4次特徴検出モデル保持部を示す。尚、本実施形態では、上記のように示した各次数の特徴は、局所的に検出される局所特徴を示すものであって、上位の次数の特徴は下位の次数の特徴を含むものである。図14に、1次～4次特徴検出部1301～4においてそれぞれ検出される特徴の例を示す

20 以下、図13に示すパターン検出装置のそれぞれの構成要素の機能について説明する。信号入力部1300は、画像信号等の処理対象となる信号（例えば、画像データ）を入力する。1次特徴検出部1301は、信号入力部1300から入力された信号に対し、後述する1次の特徴を検出する処理を行い、その検出結果を2次特徴検出部1302に渡す。1次特徴検出フィルタ設定部1311は、1次特徴検出部1300で1次の特徴を検出するためのフィルタの特性を設定する。

2次特徴検出部1302は、1次特徴検出部1301で検出された結果に対して、2次特徴検出モデル設定部1312で設定された検出モデルを用いて、後述する2次の特徴を検出する処理を行い、その検出結果を3次特徴検出部1303及び3次特徴検出モデル選択部1313に渡す。2次
5 特徴検出モデル設定部1312は、2次特徴検出部1302で2次の特徴を検出する際に使用される2つの1次特徴間の位置関係を示すモデルを設定する。このモデルは、所定の形状に関する属性を有し、最初から複数用意しておいても良いし、2次特徴検出モデル設定部1312において、回
10 転角度をパラメータとして、1つのモデルに回転アフィン変換等を行って作成しても良い。以下、3次、4次のモデルについても同様である。尚、本実施形態では、2次特徴は2つの1次特徴間の位置関係を示すモデルとして説明しているが、3つ以上であっても同様に適用することが可能である。

3次特徴検出部1303は、3次特徴検出モデル選択部1313で選択
15 した検出モデルを用いて、2次特徴検出部1302で検出された結果に対して後述する3次の特徴を検出する処理を行い、その検出結果を4次特徴検出部1304及び4次特徴検出モデル選択部1314に渡す。また、3
次特徴検出モデル保持部1323は、3次特徴検出モデル選択部1313
20 で選択される、回転角度の異なる（すなわち、傾きが異なる）複数のモデルを保持する。そして、3次特徴検出モデル選択部1313は、3次特徴検出部1303で特徴を検出する際に使用されるそれぞれの2次特徴間の位置関係を示すモデルを、3次特徴検出モデル保持部1323に保持されたモデルの中から2次特徴検出部1302からの検出結果に基づいて選択し設定する。

25 4次特徴検出部1304は、4次特徴検出モデル選択部1314で選択した検出モデルを用いて、3次特徴検出部1303で検出された結果に対して後述する4次の特徴を検出する処理を行い、その検出結果を出力する。

また、4次特徴検出モデル保持部1324は、4次特徴検出モデル選択部1314で選択される、回転角度の異なる（すなわち、傾きが異なる）複数のモデルを保持する。そして、4次特徴検出モデル選択部1314は、4次特徴検出部1304で特徴を検出する際に使用されるそれぞれの3次特徴間の位置関係を示すモデルを、4次特徴検出モデル保持部1324に保持されたモデルの中から3次特徴検出部1303からの検出結果に基づいて選択し設定する。

すなわち、本実施形態に係るパターン検出装置は、信号入力部1300から入力された画像中の所定のパターンをパターンモデルである各次元ごとの検出モデルを用いて検出する。本パターン検出装置は、所定の下位モデル（例えば、2次元特徴検出モデル）を組み合わせて構成される上位モデル（例えば、3次元特徴検出モデル）を保持する各次元の検出モデル保持部（例えば、3次元特徴検出モデル保持部1323）と、上記下位モデルと画像中のパターンの構成部分とを比較して、当該下位モデルの構成部分に対する特徴量を算出する各次元の特徴検出部（例えば、2次元特徴検出部1302）と、上記検出モデル保持部に保持された上位モデルと画像中のパターンとを比較して、パターンのパターンモデル（例えば、3次元特徴検出モデル）を設定する設定部であって、上位モデルを構成するそれぞれの下位モデルが所定の特徴量を有している場合、当該上位モデルをパターンのパターンモデルとして設定する設定部（例えば、3次元特徴検出部1303）を備えることを特徴とする。

また、上記パターン検出装置は、信号入力部1300から入力された画像中からパターンの部分特徴（例えば、1次特徴）を検出する検出部（例えば、1次特徴検出部1301）と、所定の部分モデルを用いて上記下位モデル（例えば、2次元特徴検出モデル）を設定する下位モデル設定部（例えば、2次元検出モデル設定部1312）とをさらに備え、例えば、2次元特徴検出部1302等の特徴検出部は、上記下位モデルに含まれる部分

モデルと画像中のパターンの部分特徴とを比較して、特微量を算出することを特徴とする。

さらに、上記パターン検出装置は、複数個の上位モデル（例えば、3次元検出モデル）を組み合わせて構成されるさらに上位のモデル（例えば、4次元検出モデル）を保持する手段（例えば、4次元特徴検出モデル保持部1324）と、当該モデルと画像中の所定のパターンとを比較して、複数個の上位モデルがすべて所定の特微量を有している場合、そのモデルを所定のパターンのパターンモデルとして設定する手段（例えば、4次元特徴検出部1304）とをさらに備え、階層的な構成を有するモデルを用いて画像中の所定のパターンのパターンモデルを設定することを特徴とする。
5

次に、上述したような図13に示す構成のパターン検出装置の動作例について説明する。図15は、第4の実施形態に係るパターン検出装置の動作例を説明するためのフローチャートである。ここで、説明を分かり易くするために、上述した本実施形態の構成において、画像を入力信号とし、
10 その画像中の顔領域を検出する動作を例として、本実施形態に係るパターン検出装置の動作について説明する。

まず、画像入力部1300において画像信号が入力される（ステップS201）。次いで、1次特徴検出部1301において、入力された画像の各位置で1次特徴（例えば、方向性を有するエッジ成分）が検出される（ステップS202）。

図14は、第4の実施形態のパターン検出装置における各特徴検出部（1次～4次特徴検出部1301～4）において検出される特徴の例を示す図である。すなわち、図14に示すように、1次特徴検出部1301では、縦特徴1-1、横特徴1-2、右上がり斜め特徴1-3、右下がり斜め特徴1-4といった、異なる4方向成分の特徴を検出する。尚、本実施形態では、1次特徴を上記4方向の特徴として説明しているが、これは一例で
15

あって、その他の特徴を1次特徴として2次特徴以降の検出に用いるようにしてもよい。

1次特徴検出部1301における1次特徴の検出では、例えば、4つの特徴を検出するために使用されるフィルタの設定が、図13の1次特徴検出フィルタ設定部1311で行われる。このような特徴検出は、各方向のエッジ成分を強調するようなフィルタ、例えば、SobelフィルタやGabor関数等を用いて強調処理を行うことによって行うことができる。また、ラプラシアンフィルタ等で方向性によらないエッジ強調処理を行って、その後各方向の特徴をさらに強調するような処理を行ってもよい。尚、これらの特徴検出用フィルタは、最初から複数用意しておいても良いし、方向をパラメータとして、1次特徴検出フィルタ設定部1311で作成するようにしても良い。

1次特徴検出部1301における検出結果は、各特徴毎に、入力画像と同等の大きさを有する検出結果画像という形として出力される。すなわち、図14に示すような1次特徴の場合、縦横斜めの4種類のそれぞれの方向の特徴成分を有する4つの検出結果画像が得られる。そして、それぞれの特徴に関する検出結果画像の各位置の値である1次特微量（例えば、当該画像中に含まれる一定値以上の画素値の個数等）を見て、入力画像のその位置に各特徴が存在するか否かを判断することができる。

また、図14には、1次特徴の他に、後述する2次特徴検出部1302、3次特徴検出部1303及び4次特徴検出部1304で検出される2次特徴、3次特徴及び4次特徴の例の一部も示されている。

図14に示すように、2次特徴としては、右空きV字特徴2-1-1～2-1-4、左空きV字特徴2-2-1～2-2-4、水平平行線特徴2-3-1～2-3-4、垂直平行線特徴2-4-1～2-4-4がある。

尚、これらの特徴の名称は、画像に対して顔が正立している時の状態で決めたもので、顔の回転により特徴の名称と実際の画像中における各特徴の

向きが異なることが生じる。すなわち、本実施形態では、例えば、2次特徴検出モデル設定部1311に代表される下位モデルの設定部が、同一形状を有する下位モデルのそれぞれについて複数の角度で回転させた形態の複数の下位モデルを設定することを特徴とする。

5 また、3次特徴の例として、眼特徴3-1-1～3-1-4、口特徴3-2-1～3-2-4が示されている。さらに、4次特徴の例の一部として、顔特徴4-1-1～4-1-4、逆顔特徴4-2-1が示されている。尚、逆顔特徴として、図示はされていないが、顔特徴4-1-2～4-1-4に対応するものも4次特徴として存在する。

10 上述したように、本実施形態ではステップS202の処理により、1次特徴検出部1301において、各位置において4種類の1次特徴が検出された後、2次特徴検出部1302において2次特徴の検出が行われる（ステップS203）。以下では一例として、図14に示す右空きV字特徴2-1-1を検出する場合について説明するが、その他の場合についても同様に実現することができる。

15 図16A、16Bは、2次特徴のうち右空きV字特徴2-1-1に関するモデルを説明するための図である。この右空きV字特徴2-1-1には、図16Aに示すように、1次特徴である右上がり斜め特徴1-3が上部に存在し、また右下がり斜め特徴1-4が下部に存在している。すなわち、
20 右空きV字特徴2-1-1を検出するためには、ステップS202で求めた1次特徴の検出結果を利用し、上部に右上がり斜め特徴1-3があり、下部に右下がり斜め特徴1-4がある位置を求めれば良く、その位置に右空きV字特徴2-1-1が存在することとなる。このように、複数種類の1次特徴を組み合わせて、2次特徴を検出することができる。

25 しかしながら、画像中の顔のサイズは固定サイズではなく、また個人により眼や口の大きさが異なり、さらに眼や口は開閉動作をするので、V字の大きさも変化しまた回転もする。また、エッジ等の抽出処理による誤差

等も発生する可能性がある。そこで、本実施形態では、図16Bに示すような、右空きV字検出モデル400を考える。そして、この右空きV字検出モデル400中の403を右上がり斜め領域、404を右下がり斜め領域とする。そして、右上がり斜め領域403にステップS202で求めた
5 1次特徴のうち、右上がり斜め1-3のみ存在し、また右下がり斜め領域404に右下がり斜め1-4のみが存在するような場合、その位置に右空きV次特徴2-1-1が存在するものとする。このようにすることで、ある程度の大きさや形状の変化、回転に対して、ロバストな処理をすること
が可能となる。

10 本実施形態では、図16Bの右上がり斜め領域403内に右上がり斜め特徴を有する画像の中心が存在する場合、及び、右下がり斜め領域404内に右下がり斜め特徴を有する画像の中心が存在する場合に、右空きV字特徴2-1-1が存在するものとする。尚、上述したように画像の中心が存在する場合だけに限らず、例えば、それぞれの領域内に1次特徴を有する画像全体が含まれる場合に存在するようにしてもよい。また、右上がり斜め領域403及び右下がり斜め領域404は、図16Bに示すような矩形形状に限られず、任意の形状であってもよい。これは、他の領域についても同様である。

ここで、顔全体が大きく回転したような画像の場合（すなわち、画像の
20 水平方向或いは垂直方向等の特定の方向から大きく傾いたような場合）は、上述したようなモデルであっても抽出することは困難である。そこで、本実施形態では、複数の回転角度用の検出モデルを用いて2次特徴の検出を行うようとする。図17A～17Dは、2次特徴を検出するための回転した検出モデルの一例を示す図である。例えば、図17Aに示す4種類の2
25 次特徴の検出モデルを反時計方向に45度ずつ回転させて4グループに分けた2次特徴検出モデルを考える。

図17Aは、正面正立顔を0度としたときに、ほぼ0度及び180度回転した顔の2次特徴を検出するための検出モデル群、図17Bは同様にほぼ90度及び-90度回転した顔の2次特徴を検出するための検出モデル群、図17Cは同様にほぼ45度及び-135度回転した顔の2次特徴を検出するための検出モデル群、図17Dは同様にほぼ-45度及び135度回転した顔の2次特徴を検出するための検出モデル群を示す。尚、各検出モデルにおいて、1-1～1-4はそれぞれ図14に示される同一符号の1次特徴を有する画像が含まれる領域を示している。

また、図17A～17Dに示した各検出モデル群は、それぞれ右空きV字特徴2-1-1、左空きV字特徴2-2-1、水平平行線特徴2-3-1、及び、垂直平行線特徴2-4-1という4種類の2次特徴を検出するための4種類の検出モデルから成立し、各検出モデルの番号がその検出モデルで検出する図14に示した2次特徴を示す。尚、これらの右空きV字特徴、左空きV字特徴、水平平行線特徴、及び垂直平行線特徴という特徴の名称は、顔が正立している時を基準にして付けられたものである。そのため、例えば、図17Aでは2-3-1に示すように水平平行線特徴は水平方向に伸びた2本の線を示しており、その名称と一致する。しかし、図17Bのように、90度回転した場合は水平平行線特徴という名前が示す特徴は、2-3-2に示すように、実際には垂直方向に伸びた2本の線を示すことになってしまう。このように、回転により、特徴の名称と実際の特徴が示す形状が対応しなくなることがある。

尚、図17A～17D中の符号1-1～1-4で示されるそれぞれの矩形領域は、上記ステップS202で検出された1次特徴が存在する領域であり、それぞれの領域に付された符号及びその特徴は、図14に示した1次特徴の符号のものと同一である。すなわち、これらの矩形領域に内に当該番号が示す1次特徴のみが存在する時に、その検出モデルで検出する特徴が存在するということになる。従って、これらの全ての検出モデルを用

いて2次特徴を検出することにより、回転した（傾いた）顔であってもその2次特徴を検出することができる。

2次特徴検出モデルの設定は、図13の2次特徴検出モデル設定部1312で行われる。それ以外でも、最初からこのような複数の検出モデルを用意しておいても良いし、例えば、図17A～17D中に示したほぼ0度又は180度回転した顔の2次特徴を検出するための検出モデルを用意し、これらのモデルに対して回転変換及び検出する1次特徴の種類を変更する処理を行うことにより、2次特徴検出フィルタ設定部1311で作成しても良い。尚、図17A～17Dに示した2次特徴の検出モデルには同じものが存在しているが、これは説明を分かりやすくするために全て書いてあるためであり、実際の処理では同じ検出モデルを複数用意する必要はない。

2次特徴検出部1302は、上述したように、設定された検出モデルを用いて2次特徴の検出を行う。すなわち、2次特徴の検出は、2次特徴を構成する各1次特徴の値を用いて行い、検出モデルで設定される各領域の1次特徴の値がしきい値以上であるかどうかで判断することができる。例えば、0度用の右空きV字検出モデル2-1-1を用いて、所定の位置の2次特徴として右空きV字特徴を検出する場合について説明する。この場合は、図16Bに示すように、右上がり斜め領域403中に存在する右上がり斜め特徴1-3の値の最大値がしきい値より高く、かつ右下がり斜め領域404中に存在する右下がり斜め特徴1-4の値の最大値がしきい値より高い場合に、当該位置に右空きV字特徴が存在するものとする。そして、その位置の値（2次特徴量）として、例えば、それらの最大値の平均とする。逆に、各領域における1次特徴の値（1次特徴量）が、どちらか一方でもしきい値より低い場合は、この位置には2次特徴が存在しないとして、その位置の値を0とする。

このようにして求められた検出結果は、各2次特徴毎に、入力画像と同等の大きさの検出結果画像という形で出力される。すなわち、各特徴の検

出結果画像の各位置の値を見て、入力画像のその位置に各回転方向の各2次特徴が存在するか否かを判断することができる。

従って、このステップS 203の処理では、2次特徴検出モデルの各領域で再度1次特徴を検出するのではない、ということが特徴である。すな5わち、2次特徴の一つである右空きV字特徴2-1-1の検出では、右上がり斜め領域と右下がり斜め領域内で、再度、それぞれ1次特徴である右上がり斜め特徴1-3と右下がり斜め特徴1-4を検出するのではない。これらの1次特徴の検出はステップS 202の処理で既に終了しており、10ステップS 203では、それらの領域に各1次特徴が存在するか否かをしきい値を使用して判断しているだけである。そして、複数の1次特徴がそれぞれの領域に存在すると判断された場合に、その位置に2次特徴が存在するとする処理を行っている。この特徴の検出の処理方法は、3次特徴及び4次特徴に関しても同様である。これによって、処理コストの減少を図ることが可能となる。

15 2次特徴が検出された後、3次特徴検出モデル選択部1313では、3次特徴検出モデルを選択する（ステップS 204）。ここで一例として、ステップS 203で検出された2次特徴から、眼特徴（図14中の符号3-1-1～3-1-4）を検出することを考える。図19A、19Bは、203次特徴検出部1303において眼特徴を検出するための眼検出モデルの一例を示す図である。

図19Aは顔が正立の時を0度としたときに、回転がほぼ0度又は180度の眼特徴（図14に示した符号3-1-1）を検出するための眼検出モデル700を示す。回転がほぼ0度又は180度の眼特徴は、回転が0度の2次特徴量である右空きV字特徴2-1-1が左側に、左空きV字特徴2-2-1が右側に、そして水平平行線特徴2-3-1及び垂直平行線特徴2-4-1がそれらV字特徴の中間に存在するといった組み合わせが25満たされることによって検出することができる。従って、眼検出モデル7

0 0 も右空きV字特徴2-1-1を検出する右空きV字領域701が左側に、左空きV字特徴2-2-1を検出する左空きV字領域702が右側に、そして水平平行線特徴2-3-1を検出する水平平行領域703及び垂直平行線特徴2-4-1を検出する垂直平行領域704がそれらV字領域の中間に存在して成り立っている。
5

また同様に、図19Bは回転がほぼ90度又は-90度の眼特徴（図14中の符号3-1-2）を検出するための眼検出モデル710を示す。回転がほぼ90度又は-90度の眼特徴は、回転が90度の2次特徴量である右空きV字特徴2-1-2が上側に、左空きV字特徴2-2-2が下側に、そして水平・垂直平行線特徴2-3～4-2がそれらV字特徴の中間に存在する組み合わせが満たされることによって検出ができる。従って、眼検出モデル710も右空きV字特徴2-1-2を検出する右空きV字領域711が上側に、左空きV字特徴2-2-2を検出する左空きV字領域712が下側に、そして水平・垂直平行線特徴2-3～4-2を検出する水平平行領域713及び垂直平行領域714がそれらV字領域の中間に存在して成り立っている。尚、45度及び135度も同様にして実現することができる。
10
15

上述したように、ステップS204では、ステップS203で検出された2次特徴の検出結果に基づいて、3次特徴検出部1303において3次特徴検出に使用される3次特徴検出モデルが、3次特徴検出モデル選択部1313で選択される。ここで、対象の回転を含んだ3次特徴（すなわち、傾斜した3次特徴）を検出するために、ステップS203で検出した全ての回転角度の2次特徴2-1-1～2-4-4を使用して、図14に示した全ての回転角度での3次特徴3-1-1～3-2-4を検出することも可能である。しかし、その方法では計算コストの増大が著しい。そこで、本実施形態では、ステップS203で検出した2次特徴の検出結果に基づいて、検出に使用される3次特徴モデルを3次特徴検出モデル選択部13
20
25

13で選択し、検出する3次特徴の数（すなわち、対象とする回転角度）を制限することで、計算コストの増大を抑制する。すなわち、本実施形態に係るパターン検出装置には、2次特徴検出部1302によって算出された下位モデルの特徴量に基づいて、3次特徴検出部1303においてパターンと比較される上位モデル（3次元特徴検出モデル）の数を制限する3次元特徴検出モデル選択部1313をさらに備えることを特徴とする。また、4次特徴検出モデル選択部1314についても同様である。

この選択は、2次特徴の検出結果画像の各位置毎に、その位置での2次特徴量である検出結果値（相関値）に基づいて行われる。図18A、18Bは、3次特徴検出モデル選択部1313におけるモデル選択の方法を示す模式図である。図18Aのグラフは、ある位置での2次特徴の検出結果値（相関値）を示し、横軸は正立時を0度としたときの回転角度を、縦軸は相関値を示す。ここで、相関値の値域は0（相関無し）～1（相関最大）とする。また、横軸は、0度を挟み、-45度、45度、及び90度回転した2次特徴の結果を示している。これは図17A～17Dに示したように2次特徴を検出する時の回転角度を45度毎としたためである。

角度nでの相関値をS_nとし、しきい値をS_{th}とすると、選択方法の例としては、まず、S_n > S_{th}を満たす角度の中から最大のS_nをS_pとし、その時の角度θ_pを選択する。そして、2番目に大きいS_nをS_qとし、S_q > k · S_pを満たす時に、その時の角度θ_qも選択する。さらに、3番目に大きいS_nをS_rとし、S_r > k' · S_qを満たす時にその時の角度θ_rも選択する。ここで、k、k'は係数であり、例えば、k' = k = 0.7とする。

例えば、k = k' = 0.7の場合、相関値がしきい値を越えており、かつ、最大相関値S_pの場合の角度θ_pを選択する。次に、さらに最大相関値S_pの7割（0.7S_p）よりも2番目の相関値の方が高ければ、すなわちS_q > 0.7S_pであれば、2番目の相関値の角度も選択する。尚、

このときの相関値は S_q である。そして、さらに 2 番目の相関値の 7 割 ($0.7 S_q$) よりも 3 番目の相関値の方が高ければ、すなわち、 $S_r > 0.7 S_q$ であれば、3 番目の相関値の角度も選択する。このときの相関値は S_r である。

5 本実施形態では、上述したような選択方法で、検出する 3 次特徴の回転角を選択する。従って、しきい値を越えた角度が無い場合には選択する角度は 0 個となり、またしきい値を越えた角度が存在する場合には、各角度の相関値の分布により選択する回転角度とその数が決定される。そして、その選択された回転角に対応した検出モデルを選択する。

10 尚、他の選択方法として、上述したような相関値に基づいて (すなわち、所定量以上の特徴量を有するもの) 3 次特徴を検出する検出モデルの回転角度を選択するのではなく、相関値が上位の角度のモデルを所定数個選択するような選択方法を用いても良い。この場合の選択処理は、図 13 に示すパターン検出装置の 3 次特徴検出モデル選択部 1313 で行われ、選択 15 される検出モデルは、3 次特徴検出モデル保持部 1323 に保持されている。

例えば、眼特徴を検出する検出モデルが 45 度毎の回転角度で用意されていたとする。そして、図 18A が、ある位置での 2 次特徴量の相関値を、各回転角度ごとに示しているとする。ここで、例えば、回転角度が -45 度、0 度、45 度、及び 90 度の相関値をそれぞれ 0.5、0.9、0.8、及び 0.3 とし、しきい値 $S_{th} = 0.4$ 、係数 $k = k' = 0.7$ とする。このとき、回転角度 -45 度、0 度、45 度で相関値はしきい値 S_{th} を越えており、0 度の相関値が最大であって、 $S_p = 0.9$ 、 $\theta_p = 0$ 度となる。また、45 度の相関値が 0 度の相関値の 7 割以上を示しているので、 $S_q = 0.8$ 、 $\theta_q = 45$ 度となる。よって、この時は、眼特徴を検出するための検出モデルは、0 度の検出モデル及び 45 度の検出モデルが選択されることとなる。

次に、3次特徴検出部1303では、ステップS204で設定された3次特徴検出モデルを用いて3次特徴が検出される（ステップS205）。各3次特徴の検出方法は、ステップS203と同様であり、ステップS204で選択された検出モデルの検出領域内にステップS203で検出された各2次特徴が存在するか否かを調べることで3次特徴の検出を行う。例えば、ステップS204の処理に関して上述した3次特徴の一つである眼特徴の検出例では、その位置において、0度及び45度の2種類の検出モデルを用いて、3次特徴である眼特徴を検出する。

以下では、3次特徴検出処理の一例として、0度の検出モデルを用いた時の眼特徴の検出方法について説明する。0度の眼特徴の検出モデルは、前述した図19Aに示す検出モデル700で示した通りである。すなわち、検出モデル700中の右空きV字領域701において、（1）2次特徴の0度の右空きV字特徴2-1-1の検出結果の相関値がしきい値を越えており、また他の特徴の相関値が相対的に低く、かつ、（2）左空きV字領域702において2次特徴の0度の左空きV字特徴2-2-1の検出結果の相関値がしきい値を越えており、また他の特徴の相関値が相対的に低く、かつ、（3）水平平行領域703において2次特徴の0度の水平平行線特徴2-3-1の検出結果の相関値がしきい値を越えており、また他の特徴の相関値が相対的に低く、かつ、（4）垂直平行領域704において2次特徴の0度の垂直平行線特徴2-4-1の検出結果の相関値がしきい値を越えており、また他の特徴の相関値が相対的に低い場合の上記4つの条件を同時に満たすとき、その場所に3次特徴である眼特徴が存在するものとする。

また、45度の眼特徴の検出についても、同様に、45度用の2次検出モデルを用いて検出された2次特徴の45度の検出結果を用いて検出する。そして、これらの検出結果は、4次特徴検出部1304及び4次特徴検出

モデル選択部 1314 に対して出力される。尚、これらの処理は、図 13 のパターン検出装置における 3 次特徴検出部 1303 で行われる。

次いで、4 次特徴検出モデル選択部 1314 は、4 次特徴検出モデルを選択する（ステップ S206）。ここで選択方法は、ステップ S204 5 と同様に、相関値に基づいて選択するものである。例えば、ステップ S205 の処理の場合の説明で示した 0 度及び 45 度を選択した 3 次特徴の検出結果が図 18B に示すようになったとし、回転角度 0 度及び 45 度の相関値をそれぞれ、0.9 及び 0.6 とし、しきい値を $S_{th} = 0.4$ とする。この場合、回転角度が 0 度及び 45 度ともにしきい値 S_{th} を越えて 10 おり、0 度の相関値が最大で $S_p = 0.9$ 、 $\theta_p = 0$ 度となる。

ここで、45 度の相関値が 0 度の相関値の 7 割以下であるので、よってこの時は、顔特徴を検出するための検出モデルは、0 度の顔（図 14 中の符号 4-1-1）及び 180 度の逆顔検出（図 14 中の符号 4-2-1）を検出するための検出モデルが選択される。また、別の方法として、相関 15 値が上位の角度を既定数選択する選択方法もある。これらの処理は、図 1 のパターン検出装置における 4 次特徴検出モデル選択部 1314 で行われ、検出モデルは 4 次特徴検出モデル保持部 1324 に保持されている。

4 次特徴検出部 1304 は、ステップ S206 で選択された 4 次特徴検出モデルを用いて 4 次特徴を検出する（ステップ S207）。この場合の検出方法は、ステップ S203、S205 と同様である。また、4 次特徴 20 である顔特徴を検出した場合、顔の回転角度とともに、両眼と口の位置から検出した顔のサイズも検出できる。これらの処理は、図 13 のパターン検出装置の 4 次特徴検出部 1304 で行われる。

上述したように、本実施形態に係るパターン検出装置によれば、各特徴 25 を検出するための検出モデルを回転角度に応じて用意し、前段の特徴の検出結果に応じて、次段の特徴の検出に使用する検出モデルを選択している。そのため、各特徴の回転によらず計算コストの増大を抑制しながら検出精

度が向上し、最終的に検出するパターンの検出精度が向上するという効果が得られる。また、眼や口は開閉動作や表情により形状が変化し、例えば、右空きV字特徴の回転角度と顔の回転角度が異なることもある。そのため、2次特徴の相関値が最大となった回転角度だけで3次特徴、4次特徴の検出を行うのではなく、本実施形態で説明したように、相関値に基づいて次段に使用する回転角度の数を決定することにより、回転の検出精度も向上させることができるという効果が得られる。

次に、本実施形態の構成に係るパターン検出（認識）装置又はそれと同様の処理を行う処理手段を撮像装置に搭載することにより、特定被写体へのフォーカシング、特定被写体の色補正、或いは露出制御を行う場合について説明する。図20は、第4の実施形態に係るパターン検出装置を用いた撮像装置の構成を示すブロック図である。

図20に示す撮像装置2001は、撮影レンズ及びズーム撮影用駆動制御機構を含む結像光学系2002、CCD又はCMOSイメージセンサ2003、撮像パラメータ計測部2004、映像信号処理回路2005、記憶部2006、撮像動作の制御、撮像条件の制御等の制御用信号を発生する制御信号発生部2007、EVF（Electronic View Finder）等のファインダーを兼ねた表示ディスプレイ2008、ストロボ発光部2009、記録媒体2010等を具備し、更に上述したパターン検出装置を被写体検出装置2011として備える。

上記構成を備える撮像装置2001では、例えば、撮影された映像中から人物の顔画像の検出（すなわち、存在位置、サイズ、回転角度の検出）を被写体検出（認識）装置2011により行う。そして、検出された人物の位置情報等が被写体検出（認識）装置2011から制御信号発生部2007に入力されると、制御信号発生部2007は、撮像パラメータ計測部2004からの出力に基づき、その人物に対するピント制御、露出条件制御、ホワイトバランス制御等を最適に行う制御信号を発生する。

5 このように、上述したパターン検出（認識）装置を、上記のように撮像装置に用いることで、人物検出とそれに基づく撮影の最適制御を行うことができるようになる。尚、上記説明では、上述したパターン検出装置を被写体検出（認識）装置 2011 として備える撮像装置 2001 について説明したが、当然、上述したパターン検出装置のアルゴリズムをプログラムとして実装し、CPU で動作させるようにして、撮像装置 2001 に搭載することも可能である。

10 また、上記の説明では、検出すべきパターンの特徴を 4 階層に分け、1 次特徴から 4 次特徴を順に検出し、最後に検出すべきパターンを確認したが、4 階層に限定されることはなく、例えば 3 階層以下であっても、5 階層以上であっても良い。これは、第 2 の実施形態や、後述する第 6 の実施形態でも同様である。

＜第 5 の実施形態＞

15 図 21 は、本発明の第 5 の実施形態に係るパターン検出装置の構成を示すブロック図である。図 21 において、2100 は信号入力部、2101 は 1 次特徴検出部、2111 は 1 次特徴検出フィルタ設定部、2102 は 2 次特徴検出部、2112 は 2 次特徴検出モデル設定部、2103 は 3 次特徴検出部、2113 は 3 次特徴検出モデル選択部、2123 は 3 次特徴検出モデル保持部、2133 は 2 次特徴計測部、2104 は 4 次特徴検出部、2114 は 4 次特徴検出モデル選択部、2124 は 4 次特徴検出モデル保持部、そして 2134 は 3 次特徴計測部を示す。

20 図 21 に示すパターン検出装置のそれぞれの構成要素について、上述した第 4 の実施形態と異なる部分は、基本的に、2 次特徴計測部 2133、3 次特徴計測部 2134、及び 3 次特徴検出モデル選択部 2113、及び 25 4 次特徴検出モデル選択部 2114 である。

上記第 4 の実施形態では、パターン検出装置全体の動作として、3 次特徴検出モデル選択部 1313 は、2 次特徴検出部 1302 の出力値に基づ

いて3次特徴を検出する際に使用する検出モデルを選択していた。また、4次特徴検出モデル選択部1314は、3次特徴検出部1303の出力値に基づいて4次特徴を検出する際に使用する検出モデルを選択していた。これに対し、本実施形態では、3次特徴検出モデル選択部2113は、2次特徴計測部2133の出力に基づいて3次特徴を検出する際に使用する検出モデルを選択するという点で異なる。同様に、4次特徴検出モデル選択部2114は、3次特徴計測部2134の出力値に基づいて4次特徴を検出する検出モデルを選択するという点で異なる。

次に、2次特徴計測部2133及び3次特徴計測部2134の動作について説明する。2次特徴計測部2133は、2次特徴検出部2102の出力に基づいて2次特徴の回転角度を計測する。また、3次特徴計測部2134は、3次特徴検出部2103の出力に基づいて3次特徴の回転角度を計測する。これらの回転角度 θ_a は、例えば、式(1)に示すようにして求められる。

$$\theta_a = \frac{\sum_i (S_i * \theta_i)}{\sum_i S_i} \quad \text{式(1)}$$

15

ここで、 θ_i は各角度、 S_i はその角度の相関値を示す。この計算に使用する角度及び相関値は、2次特徴検出部2102(又は、3次特徴検出部2103)で計算した全ての角度を用いても良いし、第4の実施形態で説明したように、しきい値以上の角度を使用したり、またさらに最大の相関値の何割か以上ということで選択してもよい。また、同時に、2次特徴計測部2133(又は、3次特徴計測部2134)は、その角度を計算するためには使用した角度の中で相関値の上位2つの角度も出力する。尚、上

記式（1）は、2次特徴又は3次特徴の回転角度 θ_a を離散的な角度で検出した結果から推定するものであり、本実施形態では、特にこの計算式だけに限られることはなく、他の計算式を使用しても良い。

次に、3次特徴検出モデル選択部2113、及び4次特徴検出モデル選
5 択部2114の動作について説明する。この2つの特徴検出モデル選択部の動作は、基本的に同じであるので、以下では3次特徴検出モデル選択部2113だけを例にとって説明する。

図22は、第5の実施形態に係るパターン検出装置の3次特徴検出モデル選択部2113の動作を説明するためのフローチャートである。まず、
10 2次特徴計測部2133で求められた回転角度 θ_a 及びその回転角度 θ_a の計算に使用された前段の特徴を検出した回転角度の中で、検出結果の相関値の上位2つの回転角度 θ_b 、 θ_c ($\theta_b < \theta_c$ とする。) が3次特徴検出モデル選択部2113に入力される（ステップS1001）。尚、
15 2次特徴計測部2133での計算の際に、選択された角度が1つだった場合は、1つの角度 θ_b ($= \theta_a$) のみ入力される。

次に、3次特徴検出モデル選択部2113では、 θ_c の入力が無いかどうかが判別される（ステップS1002）。その結果、 θ_c の入力が無く、
20 θ_b のみが入力されている場合（Yes）、回転角度 θ_b の3次特徴を検出するための検出モデルが選択される（ステップS1003）。一方、
2つの角度 θ_b 、 θ_c が入力されている場合（No）、3次特徴検出モデル選択部2113では、 θ_a 、 θ_b 、 θ_c に関する判別処理が行われる（ステップS1004）。この判別処理は、例えば、以下に示す式（2）に基づいて行われる。

$$\theta_b \leq \theta_a \leq \frac{2 * \theta_b + \theta_c}{3} \quad \text{式 (2)}$$

ここで、 θa 、 θb 、 θc が上記式（2）を満たす場合（Yes）、回転角度 θb と $(\theta b + \theta c) / 2$ の2つの角度で3次特徴を検出するための検出モデルが選択される（ステップS1005）。一方、 θa が式（2）を満たす範囲にない場合（No）、 θa 、 θb 、 θc に関する次の判別が5 行われる（ステップS1005）。この判別は、例えば、以下に示す式（3）に基づいて行われる。

$$\frac{\theta b + 2 * \theta c}{3} \leq \theta a \leq \theta c \quad \text{式 (3)}$$

θa 、 θb 、 θc が上記式（3）を満たす場合（Yes）、3次特徴検出モデル選択部2113は、回転角度 θc と $(\theta b + \theta c) / 2$ の2つの角度で3次特徴を検出するための検出モデルを選択する（ステップS1007）。一方、 θa が式（3）で示す範囲にない場合（No）、3次特徴検出モデル選択部2113は、回転角度 θb と θc の2つの角度を用いて3次特徴を検出するための検出モデルを選択する（ステップS1008）。

上述したように、3次特徴検出モデル選択部2113では、2次特徴計測部2133で求められた回転角度及び計算に使用された2つの角度に基づいて、3次特徴検出部2103で3次特徴を検出するための検出モデルを選択する。この動作は、4次特徴検出モデル選択部2114も同様である。

ここで、図23は、第5の実施形態における検出モデルの選択方法を説明するための模式図である。上述した図22に示すフローチャートの動作を図23の模式図を用いて説明すると、2次特徴計測部2133で求められた回転角度が、図23におけるAの範囲の時、Bの範囲の時、Cの範囲の時で、3次特徴を検出するための検出モデルを変更するものである。例えば、図23に示すように、2次特徴計測部2133で求めた回転角度が

Bの範囲であれば、3次特徴検出部2103で使用する検出モデルは、0度及び45度回転した検出モデルとなる。一方、回転角度がAの範囲であれば、検出モデルは、0度及び22.5度回転した検出モデルとなる。またCの範囲であれば、22.5度及び45度回転した検出モデルとなる。

5 このように、計算に使用した2つの回転角度のいずれか一方に近ければ、2つの検出予定の角度間隔を狭めることで、次段の特徴検出において回転角度の計算の精度が向上する。尚、そのためには、3次特徴を検出するための検出モデルは、2次特徴を検出するための検出モデルよりも細かい角度間隔で用意する必要がある。そして、4次特徴を検出するための検出モ
10 デルは、さらに詳細な角度で用意する必要がある。

例えは、2次特徴を45度間隔で検出したときには、3次特徴は22.5度ずつ用意する必要がある。このようにすることで、被検出被写体にもよるが、図24に示したように、2次特徴、3次特徴、4次特徴と検出を進めていくことで、検出モデルの回転角度間隔が狭くなり、検出精度が向上することもある。すなわち、図24は、第5の実施形態での各階層における検出モデルの回転角度の変化を示す図である。

尚、選択された検出モデルの回転角度に対応した前段の検出結果が無い場合は、その回転角度を挟む2つの回転角度での検出結果が使用される。例えは、3次特徴検出部2103で使用する検出モデルとして22.5度回転した検出モデルが選択されると、その検出モデルを用いた検出には、2次特徴検出部2102で検出した0度及び45度回転した2次特徴が使用される。

尚、上記式(2)及び式(3)は、2次特徴計測部2133又は3次特徴計測部2134で計測した2次特徴又は3次特徴の回転角度 θ_a と、その前段の特徴を検出した時の回転角度 θ_i との比較を行い、計測した回転角度 θ_a が検出に使用した回転角度におけるある回転角度 θ_i に近いか

否かを判別するために用いられるものである。従って、上記計算式だけに限定されるものではなく、別の判別方法を使用しても良い。

上述したように、本実施形態に係るパターン検出装置によれば、各特徴を検出するための検出モデルを、高次特徴になるほど角度幅を小さくして用意し、前段の特徴の検出結果に応じて、次段の特徴の検出に使用する検出モデルを選択させる。従って、各特徴の回転によらず計算コストの増大を抑制しながら検出精度が向上し、高次特徴になるほど検出精度が向上するという効果が得られる。

また、第5の実施形態の構成に係るパターン検出（認識）装置、及びパターン検出方法が動作する処理手段を撮像装置に搭載させることによって、第4の実施形態と同様に、上記効果を有する撮像装置を実現することが可能である。

＜第6の実施形態＞

図25は、本発明の第6の実施形態に係るパターン検出装置の構成を示すブロック図である。図25において、2500は信号入力部、2501は1次特徴検出部、2511は1次特徴検出フィルタ設定部、2502は2次特徴検出部、2512は2次特徴検出モデル設定部、2503は3次特徴検出部、2513は3次特徴検出モデル設定部、2523は3次特徴基準モデル保持部、2533は2次特徴計測部、2504は4次特徴検出部、2514は4次特徴検出モデル設定部、2524は4次特徴基準モデル保持部、及び2534は3次特徴計測部を示す。

図25に示すパターン検出装置中のそれぞれの構成要素において、第5の実施形態と異なる部分は、基本的に3次特徴検出モデル設定部2513、4次特徴検出モデル設定部2514、3次特徴基準モデル保持部2523、及び4次特徴基準モデル保持部2524である。

上記第5の実施形態では、3次特徴検出モデル選択部2113においては、2次特徴計測部2133の出力に基づいて3次特徴を検出する際に使

用する検出モデルを3次特徴検出モデル保持部2123から選択していた。同様に、4次特徴検出モデル選択部2114においては、3次特徴計測部2134の出力に基づいて4次特徴を検出する際に使用する検出モデルを4次特徴検出モデル保持部2124から選択していた。

5 これに対し本実施形態に係るパターン検出装置では、3次特徴検出モデル設定部2513において、2次特徴計測部2533の出力に基づいて3次特徴を検出する際に使用する検出モデルを3次特徴基準モデル保持部2523に保持されている基準モデルから設定するという点で異なる。また、4次特徴検出モデル設定部2514において3次特徴計測部2534の出
10 力に基づいて4次特徴を検出する際に使用する検出モデルを4次特徴基準モデル保持部2524に保持されている基準モデルから設定するという点で異なる。

次に、3次特徴検出モデル設定部2513及び4次特徴検出モデル設定部2514の動作について説明する。尚、この2つの特徴検出モデル設定部の動作は基本的に同じであるので、以下では、3次特徴検出モデル設定部2513を例にして説明する。3次特徴検出モデル設定部2513は、まず、2次特徴計測部2133の出力をパラメータとし、以下に示す式(4)を使用して θ_d を計算する。

$$\theta_d = \sqrt{\frac{\sum_i (\theta_i - \theta_a)^2 S_i}{\sum_i S_i}} \quad \text{式 (4)}$$

20 ここで、 θ_i は各角度、 S_i はその角度の相関値であり、 θ_a は第5の実施形態で説明した式(1)による回転角度である。次に、式(5)を使用して θ_e を求める。

$$\theta_e = \alpha * P^{2-n} \quad \text{式 (5)}$$

上記式 (5) において、n は階層を表し、例えば、ここでは 3 次特徴の検出モデルを設定するので $n = 3$ となる。また、 α は初期角度であり、例えば 45 度とする。さらに、P は任意の正の実数であり、例えば 2 とする。

5 次に、この θ_d と θ_e の値の大きい方を選択し、それを θ_f とする。そして、 $\theta_a \pm \theta_f$ で求められる 2 つの回転角度の検出モデルを設定する。図 26 は、第 6 の実施形態における 2 つの回転角度 θ_f 、 $\theta_a \pm \theta_f$ の概要を示す図である。

検出モデルの設定は、3 次特徴基準モデル保持部 2523 に保持されて 10 いる基準モデルを求めた回転角度 $\theta_a \pm \theta_f$ で回転変換させて作成する。この動作は 4 次特徴検出モデル選択部 2114 も同様である。尚、上記式 (4) は、3 次特徴又は 4 次特徴の検出モデルの回転角度間隔を、回転角度 θ_a 及び離散的な角度で検出した結果から計算するものである。しかし、式 (4) の計算角度が非常に小さくなると検出精度が劣化するため、本実 15 施形態では上記式 (5) を計算し、角度の設定時には、式 (4) 又は式 (5) の計算角度の大きい方を選択するようにしている。尚、本実施形態における検出モデルの設定は、上記方式だけに限定されるものではなく、例えば、3 次特徴又は 4 次特徴の検出モデルの適切な回転角度間隔が設定できれば、他の方式を用いても良い。

20 3 次特徴検出部 2503 (又は、4 次特徴検出部 2504) では、上記 2 つの回転角度で回転された検出モデルを用いて、3 次特徴 (又は、4 次特徴) の検出を行う。尚、選択された検出モデルの回転角度に対応した前段の検出結果が無い場合は、第 5 の実施形態と同様に、その回転角度を挟む 2 つの回転角度での検出結果が使用される、又は一番近い回転角度での 25 検出結果が使用される。

上述したように本実施形態によれば、各特徴を検出するための検出モデルを前段の特徴の検出結果に基づいて、次段の特徴の検出に使用する検出モデルをその検出結果の角度を必ず挟むように設定した。また、その際に検出結果値に基づいて挟む角度も調整した。従って、各特徴の回転によらず計算コストの増大を抑制しながら検出精度が向上する。

尚、本実施形態で示したパターン検出（認識）装置及びパターン検出方法が動作する処理手段を、第4、第5の実施形態と同様に、撮像装置に搭載させることも可能である。

＜第7の実施形態＞

10 図27に、第7の実施形態のパターン認識装置の機能構成を示す。

本実施形態のパターン検出装置は、撮像装置等に適用可能であり、対象画像中に存在する全ての認識対象（パターン）を検出するにあたり、対象画像から認識対象を構成する複数の特徴を階層的に検出するための基準データを複数保持し、当該基準データに基づき、前段の特徴の検出結果から求めたパラメータを用いて、対象とする特徴検出のためのデータを設定する構成により、対象画像中にサイズの異なる複数の認識対象が存在する場合であっても、全ての認識対象を少ない処理コストで効率的に検出するようになされている。

本実施形態のパターン検出装置は、図27に示すように、信号入力部2700、1次特徴検出部2701、1次特徴検出フィルタ設定部2711、2次特徴検出部2702、2次特徴検出モデル設定部2712、2次特徴基準モデル保持部2722、3次特徴検出部2703、3次特徴検出モデル設定部2713、3次特徴基準モデル保持部2723、4次特徴検出部2704、4次特徴検出モデル設定部2714、4次特徴基準モデル保持部2724、パターン確認部2705、確認パターン設定部2715、及び基準確認パターン保持部2725を備えている。

信号入力部2700は、画像信号や音声信号等の処理対象となる信号（こ

こでは、対象画像の信号) を入力する。

1 次特徴検出部 2701 は、信号入力部 2700 から入力された信号に
対して、1 次の特徴を検出するための処理を施し、この処理結果（1 次特
徴検出結果）を 2 次特徴検出部 2702 に供給すると共に、当該 1 次特徴
5 検出結果及びそのパラメータを 2 次特徴検出モデル設定部 2712 に供給
する。

このとき、1 次特徴検出フィルタ設定部 2711 は、1 次特徴検出部 2
701 で 1 次特徴を検出するためのフィルタ特性又はパラメータを設定す
る。

10 2 次特徴検出部 2702 は、1 次特徴検出部 2701 からの 1 次特徴検
出結果に対して、2 次特徴検出モデル設定部 2712 により設定された検
出モデルを用いて、2 次の特徴を検出する処理を施し、この処理結果（2
次特徴検出結果）を 3 次特徴検出部 2703 に供給すると共に、当該 2 次
特徴検出結果及びそのパラメータを 3 次特徴検出モデル設定部 2713 に
15 供給する。

このとき、2 次特徴検出モデル設定部 2712 は、2 次特徴検出部 27
02 で 2 次特徴を検出する際に使用する、1 次特徴それぞれの位置関係を
示すモデルを、2 次特徴基準モデル保持部 2722 に保持された基準モ
デル、1 次特徴検出部 2701 からの 1 次特徴検出結果、及びそのパラメー
20 タを用いて設定する。

2 次特徴基準モデル保持部 2722 は、2 次特徴検出モデル設定部 27
12 で設定する検出モデルの基準モデルを保持する。

25 3 次特徴検出部 2703 は、2 次特徴検出部 2702 からの 2 次特徴検
出結果に対して、3 次特徴検出モデル設定部 2713 により設定された検
出モデルを用いて、3 次の特徴を検出する処理を施し、この処理結果（3
次特徴検出結果）を 4 次特徴検出部 2704 に供給すると共に、当該 3 次
特徴検出結果及びそのパラメータを 4 次特徴検出モデル設定部 2714 に

供給する。

このとき、3次特徴検出モデル設定部2713は、3次特徴検出部2703で3次特徴を検出する際に使用する、2次特徴それぞれの位置関係を示すモデルを、3次特徴基準モデル保持部2723に保持された基準モデル、及び2次特徴検出部2702からの2次特徴検出結果及びそのパラメータと用いて設定する。

3次特徴基準モデル保持部2723は、3次特徴検出モデル設定部2713で設定する検出モデルの基準モデルを保持する。

4次特徴検出部2704は、3次特徴検出部2703からの3次特徴検出結果に対して、4次特徴検出モデル設定部2714により設定された検出モデルを用いて、4次の特徴を検出する処理を施し、この処理結果（4次特徴検出結果）をパターン確認部2705に供給すると共に、当該4次特徴検出結果及びそのパラメータを確認パターン設定部2715に供給する。

このとき、4次特徴検出モデル設定部2714は、4次特徴検出部2704で4次特徴を検出する際に使用する、3次特徴それぞれの位置関係を示すモデルを、4次特徴基準モデル保持部2724に保持された基準モデル、及び3次特徴検出部2703からの3次特徴検出結果及びそのパラメータと用いて設定する。

4次特徴基準モデル保持部2724は、4次特徴検出モデル設定部2714で設定する検出モデルの基準モデルを保持する。

パターン確認部2705は、信号入力部2700により入力された信号中に、確認パターン設定部2715で設定された確認パターンが存在するか否かを確認する。

確認パターン設定部2715は、基準確認パターン保持部2725に保持された基準パターン、4次特徴検出部2704からの4次特徴検出結果、及びそのパラメータを使用して、パターン確認部2705で使用する確認

パターンを設定する。

基準確認パターン保持部 2725 は、確認パターン設定部 2715 で設定する確認パターンの基準パターンを保持する。

図 28 は、パターン認識装置 100 の動作をフローチャートにより示したものである。

尚、ここではパターン認識処理の一例として、信号入力 130 からは画像信号が入力され、その画像中の顔領域を検出するものとする。

信号入力部 2700 は、処理対象信号として画像信号を入力する（ステップ S2801）。

10 1 次特徴検出部 2701 は、例えば、1 次特徴検出フィルタ設定部 2711 により設定されたフィルタを用いて、信号入力部 2700 により入力された画像信号から構成される画像（対象画像）の各位置で 1 次特徴を検出する（ステップ S2802）。

具体的には、例えば図 14 に示すように、1 次特徴検出部 2701 は、
15 対象画像において、縦特徴大（1-1-1）、横特徴大（1-2-1）、右
上がり斜め特徴大（1-3-1）、右下がり斜め特徴大（1-4-1）、縦
特徴小（1-1-2）、横特徴小（1-2-2）、右上がり斜め特徴小（1
-3-2）、及び右下がり斜め特徴小（1-4-2）等の異なる方向及び異
なるサイズの特徴を検出し、この検出結果（1 次特徴検出結果）を、各特
20 徴毎に対象画像と同等の大きさの検出結果画像という形で出力する。

この結果、ここでは 8 種類の 1 次特徴の検出結果画像が得られることになる。これにより、各特徴の検出結果画像の各位置の値を参照することで、対象画像の該当する位置に各特徴が存在するか否かを判断できる。

尚、1 次特徴検出部 2701 で使用するフィルタは、最初から複数用意するようにしてもよいし、或いは、方向やサイズをパラメータとして、1 次特徴検出フィルタ設定部 2711 で作成するようにしてもよい。

また、上記図 14 に示すように、後述する処理で検出する 2 次特徴は、

右空きV字特徴（2-1）、左空きV字特徴（2-2）、水平平行線特徴（2-3）、及び垂直平行線特徴（2-4）であり、3次特徴は、眼特徴（3-1）及び口特徴（3-2）であり、4次特徴は、顔特徴（4-1）であるものとする。

5 2次特徴検出モデル設定部2712は、2次特徴検出部2702で2次特徴を検出するためのモデルを設定する（ステップS2803）。

具体的には、例えばまず、上記図14に示す右空きV字特徴（2-1）を検出するための検出モデルの設定を一例として挙げて考えるものとする。

10 右空きV字特徴（2-1）は、例えば、図16Aに示すように、1次特徴である右上がり斜め特徴が上部に、右下がり斜め特徴が下部に存在している。すなわち、右空きV字特徴を検出するためには、ステップS2802で求めた1次特徴検出の結果を利用して、上部に右上がり斜め特徴が存在し、下部に右下がり斜め特徴が存在する位置を求めればよく、その位置に、右空きV字特徴（2-1）が存在することになる。

15 このように、複数種類の1次特徴を組み合わせて、2次特徴を検出することができる。しかしながら、対象画像中に存在する顔のサイズは固定サイズではなく、また、個人によって眼や口の大きさが異なり、さらに、眼や口は開閉動作をするため、右空きV字の大きさも変化する。

そこで、本実施形態では、上記図16Bに示すような、右空きV字検出基準モデル400を用いる。右空きV字検出基準モデル400において、403は右上がり斜め領域、404は右下がり斜め領域である。右上がり斜め領域403に対して、ステップS2802で求めた1次特徴のうち、右上がり斜め特徴大、若しくは右上がり斜め特徴小のみが存在し、また、右下がり斜め領域404に対して、右下がり斜め特徴大、若しくは右下がり斜め特徴小のみが存在する場合に、その位置に右空きV次特徴（2-1）が存在するとする。このような構成することで、右空きV字について、ある程度の大きさや形状の変化に対して、頑健な処理を施すことができる。

しかしながら、例えば、図29A及び29Bに示すように、大きさがかなり異なる右空きV字特徴の検出のためには、同じV字検出基準モデル400を使用しても検出が困難である。もちろん、上記図29A及び29Bに示すような、大きさがかなり異なる右空きV字特徴を同一のV字基準モデル400を用いて検出するため、例えば、図16Bに示す右空きV字検出基準モデル400を非常に大きく設定し、その結果右上がり斜め領域403や右下がり斜め領域404を非常に広く取るようにすれば、大小のサイズの異なる右空きV字特徴の検出は可能である。

しかしながら、各1次特徴の探索範囲が大きくなるため、例えば、右上がり斜め特徴のサイズは大であり、右下がり斜め特徴のサイズは小であり、さらに、それらの位置も大きくずれている、などという誤検出が起こりやすい。

すなわち、右空きV字特徴であれば、右上がり斜め特徴も、右下がり斜め特徴も、それぞれ右空きV字特徴の1構成要素であり、これらの大きさは略同じであり、且つこれらは近傍に存在しており、右空きV字特徴のサイズが大きければ、右上がり斜め特徴のサイズも、右下がり斜め特徴のサイズも、大きくなる。

したがって、2次特徴を検出するための基準モデルのサイズは、ステップS2802で検出された1次特徴のサイズに合わせて適したものにする。

また、1次特徴である、右上がり斜め特徴や右下がり斜め特徴についても、常に同じフィルタサイズでの検出は困難である。

そこで、上記図29Aに示すように、対象画像における顔のサイズが小さい場合、1次特徴を小さいサイズのフィルタで検出し、同図29Bに示すように、対象画像における顔のサイズが大きい場合、1次特徴を大きいサイズのフィルタで検出し、上述したように2次特徴である右空きV字特徴を検出するモデルのサイズをも、1次特徴を検出したフィルタのサイズに依存して変更する。

上述のように、本ステップS 2 8 0 3では、1次特徴を検出したフィルタのサイズをパラメータとして、各2次特徴の検出のためのモデルを拡大或いは縮小して、各2次特徴を検出するための2次特徴の検出のためのモデルを設定する。

5 上記図29Cは、顔サイズが小さい場合の右空きV字検出用のモデルを示し、図29Dは、顔サイズが大きい場合の右空きV字検出用のモデルを示したものである。これらのモデルは、上記図16Bに示した右空きV次検出基準モデル400を、それぞれ異なる倍率でサイズ変更したものである。

10 もちろん、1次特徴を検出するために複数のサイズのフィルタを用意し、該当するサイズに合わせて複数の処理チャネルを用意し、それぞれのサイズの2次特徴、さらに3次特徴、…を、それぞれの処理チャネルで検出する方法は有効である。

15 ただし、対象画像中の顔のサイズの変動が大きい場合、各顔サイズに合わせた処理チャネルを用意すると、処理チャネルの数が多くなる。すなわち、処理コスト量が多くなる。

そこで、本実施形態では、2次特徴検出以降の特徴検出においては、検出モデルのサイズを、前段の階層の検出結果に応じて変更することで、上記の問題を解決している。

20 尚、上記図16Bに示したような、右空きV字検出基準モデル400、右上がり斜め領域403、及び右下がり斜め領域404は、予め検出すべき特徴に合わせて設定され、2次特徴基準モデル保持部2722に保持されているものとする。

25 また、上記図14に示したような各特徴はそれぞれ、前ステップ処理で検出された特徴の組み合わせで検出が可能である。

例えば、2次特徴に関しては、左空きV字特徴は右下がり斜め特徴及び右上がり斜め特徴から検出可能であり、水平平行線特徴は横特徴から検出

可能であり、垂直平行線特徴は縦特徴から検出可能である。また、3次特徴に関しては、眼特徴は右空きV字特徴、左空きV字特徴、水平平行線特徴、及び垂直平行線特徴から検出可能であり、口特徴は右空きV字特徴、左空きV字特徴、及び水平平行線特徴から検出可能であり、4次特徴に関しては、顔特徴は眼特徴と口特徴から検出可能である。

2次特徴検出部2702は、ステップS2803で設定された2次特徴検出モデルを用いて、対象画像の2次特徴を検出する（ステップS2804）。具体的には、例えば、まず2次特徴の検出は、2次特徴を構成する各1次特徴の値を用いて行うが、例えば、各1次特徴の値が、任意のしきい値以上であるか否かで判断する。

例えば、右空きV字検出モデルを用いて、所定の位置の2次特徴の右空きV字特徴を検出する場合で、右上がり斜め領域中に存在する各右上がり斜め特徴の値の最大値がしきい値より高く、且つ右下がり斜め領域中に存在する各右下がり斜め特徴の値の最大値がしきい値より高い場合、その位置に右空きV字特徴が存在するものとする。そして、その位置の値を、それら最大値の平均とする。逆に、各1次特徴の値がしきい値より低い場合、その位置には2次特徴が存在しないとして、その位置の値を“0”とする。

上述のようにして求めた2次特徴検出結果は、各2次特徴毎に、対象画像と同等の大きさの検出結果画像という形で出力される。すなわち、上記図14に示すような2次特徴であれば、4種類の2次特徴検出結果の画像が得られることになる。これらの検出結果画像の各位置の値を参照することで、対象画像の該当する位置に各2次特徴が存在するか否かを判断できる。

ところで、本ステップS2804の処理では、2次特徴検出モデルの各領域で1次特徴を検出するのではない、ということに注意する必要がある。すなわち、例えば、2次特徴の1つである右空きV字特徴の検出では、右上がり斜め領域と右下がり斜め領域でそれぞれ、1次特徴である右上がり

斜め特徴と右下がり斜め特徴を検出するのではない。これらの1次特徴の検出はステップS 2802で終了しており、したがって、本ステップS 2804では、これら領域に各1次特徴が存在するか否かを、しきい値を使用して判断している。

5 そして、この結果、複数の1次特徴が、それぞれの領域に存在すると判断した場合に、その位置に2次特徴が存在するとする処理を実行する。このような特徴検出の処理方法は、次の3次特徴及び4次特徴に関しても同様である。

また、本ステップS 2804の処理では、次の3次特徴検出モデルを設定するために使用するパラメータを求める。例えば、図30に示すように、右空きV字特徴の検出と同時に、右上がり斜め特徴の最大値を示した点と、右下がり斜め特徴の最大値を示した点との距離をパラメータとして求めておく。そして、このパラメータを、各2次特徴検出結果と共に出力する。

3次特徴検出モデル設定部2713は、3次特徴検出部2703で3次特徴を検出する際に使用する、2次特徴それぞれの位置関係を示すモデルを、3次特徴基準モデル保持部2723に保持された基準モデル、及び2次特徴検出部2702からの2次特徴検出結果及びそのパラメータとを用いて設定する（ステップS 2805）。

具体的には例えば、ここでは説明の簡単のため、上記図14に示すような眼特徴（3-1）を検出するための検出モデルの設定を考える。

図19Aは、眼を検出するための眼検出基準モデル700の一例を示したものである。眼検出基準モデル700では、2次特徴量である、右空きV字特徴（図14の（2-1）参照）の存在する右空きV字領域701が左側に、左空きV字特徴（図14の（2-2）参照）の存在する左空きV字領域702が右側に、そして水平平行線特徴（図14の（2-3）参照）の存在する水平平行線領域703及び垂直平行線特徴（図14の（2-4）参照）の存在する垂直平行線領域704が、これらV字特徴の中間に存在

している。

本ステップS 2805においても、ステップS 2803と同様に、サイズ変動に対応するために、この基準モデルを拡大或いは縮小して3次特徴を検出するのに適した3次特徴検出モデルを設定する。当該基準モデルの5拡大或いは縮小に使用するのが、ステップS 2804で求めたパラメータである。

例えば、右空きV字エッジを検出する際に求めた右上がり斜め特徴と右下がり斜め特徴の最大値を示す位置間の距離は、眼の大きさに依存する。

そこで、この距離をパラメータとして、眼の基準モデルを基に眼特徴検出10モデルを設定する。

上述のようにして、各3次特徴に対して、各基準モデルを基に、2次特徴のパラメータを用いて各位置に応じた検出モデルを設定する。すなわち、例えば、図31Aに示すように、サイズが異なる（すなわち、眼のサイズが異なる）顔が対象画像中に存在する場合、上述したように2次特徴である右空きV字特徴の大きさをパラメータとして、図31Bに示すように、各位置に適した眼特徴検出モデルを設定する。

上記図31Bでは、眼特徴検出モデル801は、その位置の2次特徴のパラメータ値から求めた大きさとなり、また、眼特徴検出モデル802の位置の2次特徴のパラメータ値から求めた大きさになることを概念的に示20している。

3次特徴検出部2703は、ステップS 2805で設定された3次特徴検出モデルを用いて3次特徴を検出する（ステップS 2806）。ここでの各3次特徴の検出方法は、ステップS 2804と同様の方法であるため、その詳細な説明は省略する。また、パラメータに関しては、例えば、眼の検出である場合、最大値を示した右空きV字特徴と左空きV字特徴間の距離25（眼の横幅に対応した距離）を求め、これをパラメータとする。

4次特徴検出モデル設定部2714は、4次特徴検出部2704で4次

特徴を検出する際に使用する、3次特徴それぞれの位置関係を示すモデルを、4次特徴基準モデル保持部2724に保持された基準モデル、及び3次特徴検出部2703からの3次特徴検出結果及びそのパラメータとを用いて設定する（ステップS2807）。

5 具体的には例えば、顔特徴の検出の場合、顔のサイズと眼の横幅には一般的に関連があるため、上記図14に示すような顔特徴（4-1）の基準モデルに対して、ステップS2806で得られた、眼の横幅を示すパラメータを用いて、当該顔の基準モデルを基に、顔特徴検出モデルを設定する。

10 4次特徴検出部2704は、ステップS2807で設定された4次特徴検出モデルを用いて、4次特徴を検出する（ステップS2808）。ここで検出方法は、ステップS2804及びS206と同様の方法であるため、その詳細な説明は省略する。また、パラメータに関しては、例えば、顔特徴の検出の場合、両眼と口の位置をパラメータとする。このパラメータは、次のステップS2809で使用される。

15 確認パターン設定部2715は、基準確認パターン保持部2725に保持された基準パターン、4次特徴検出部2704からの4次特徴検出結果、及びそのパラメータを使用して、パターン確認部2705で使用する確認パターンを設定する（ステップS2809）。

20 具体的には、まず、ステップS2801～ステップS2808の処理で4次特徴検出を行なうが、対象画像中の背景において、4次特徴を構成する複数の3次特徴に似た領域が存在し、かつそれらの位置関係も似ている場合、4次特徴検出で誤検出を行う可能性がある。

25 例えば、顔の検出の場合、対象画像中の背景において、それぞれ両眼及び口と似た領域が存在し、また、これらの位置関係も似ている場合、顔特徴の検出で誤検出をする可能性がある。そこで、検出すべきパターンの一般的な基準パターンを用意し、このパターンの大きさや形状を、ステップS2808で求めたパラメータを基に修正することで、確認パターンを求

め、この確認パターンを用いて、最終的に検出すべきパターンが対象画像中に存在するか否かを判断する。

ここでは一例として、顔を検出パターンとしているため、顔の一般的な基準パターンを用意し、この基準パターンを修正することで、顔確認パターンを求める。この顔確認パターンを使用して、顔パターンが対象画像中に存在するかを判断する。

このため、本ステップS 2809では、先ず、基準パターンを基に、ステップS 2808で求めたパラメータを用いて、確認パターンを設定する。すなわち、顔パターンの設定においては、顔の基準パターンを基に、ステップS 2806で求めた両眼と口の位置を示すパラメータを用いて、顔確認パターンを設定する。

図32A及び32Bは、確認パターンの一例を示したものである。図32Aは、顔基準パターンを示したものであり、この顔基準パターンは、例えば、複数の顔を用意し、これらの大きさを正規化した後で輝度値の平均を取ったものである。

図32Aの顔基準パターンに対して、ステップS 2808で求められたパラメータ、すなわち両眼の位置及び口の位置を使用して、図32Bに示すように、サイズや回転の変換を行なう。具体的には例えば、両眼間の距離や、両眼間の中点と口の距離を用いて、サイズの変換を行ない、また、両眼間の傾きを用いて、回転変換を行なうことで、顔確認パターンを設定する。

尚、確認パターンの設定方法としては、上述した方法に限られることはなく、例えば、サイズや回転量が異なった複数の基準パターンを用意しておき、これらの基準パターンの中から1つを、ステップS 2806のパラメータを用いて選択するようにしてもよい。或いは、パラメータを使用して、上記複数の基準パターンをモーフィングの技術等により合成して設定するようにしてもよい。

パターン確認部 2705 は、ステップ S2809 で設定された確認パターンを用いて、対象画像から検出パターンを求める(ステップ S2810)。具体的には例えば、対象画像において、ステップ S2808 で 4 次特徴が検出された位置で、ステップ S2809 で求めた確認パターンと、対象画像中の該当する位置の部分領域との相関を求め、その値が任意のしきい値を越えた場合に、その位置に検出パターンが存在するものとする。

上述したように、本実施形態では、各特徴を検出するための基準モデルを用意し、前段の特徴の検出結果から求めたパラメータを用いて、基準モデルを基に検出モデルを設定するように構成したので、各特徴の検出精度が向上し、最終的に検出するパターンの検出精度が向上する。また、最後の確認処理として、平均パターンとの相関を見る際に、それまでに求めた各特徴の位置に応じて、その平均パターンに対して、回転やサイズの変更等の変形を行なうことで、確認精度が向上する、という効果が得られる。

更に、上記図 27 に示したパターン認識(検出)装置の機能を、例えば、図 20 に示すような撮像装置に搭載させることで、特定被写体へのフォーカシングや、特定被写体の色補正、或いは露出制御を行う際に利用できる。すなわち、撮影して得られた映像中の人物検出と、これに基づく撮影の最適制御を行うことができる。

尚、本実施形態では、対象画像から検出すべきパターンの特徴を 4 階層に分けて、1 次特徴～4 次特徴を順に検出し、最後に検出すべきパターンを確認するように構成したが、この 4 階層に限られることはなく、3 階層や 5 階層等の任意の階層を適用可能である。これは、以下に説明する第 8 の実施形態及び第 9 の実施形態でも同様に実施可能である。

また、本実施形態では一例として、顔パターンを検出パターンとして、対象画像から顔領域を求めるものとしたが、本発明は、顔検出のみに限定されるわけではない。例えば、図 33A に示すような“24”という数字列を対象画像中から検出することも可能である。

上記の数字列検出の場合、図33Bに示すように、“2”は、横方向線分と右斜め下方向線分からなる2次特徴（上部特徴）と、縦方向線分と右斜め上方向線分からなる2次特徴（中間部特徴）と、右斜め上方向線分と横方向線分からなる2次特徴（下部特徴）とから構成され、さらに、これらの2次特徴は、上記図14に示したような1次特徴から構成されている。

したがって、先ず、対象画像から1次特徴を検出し、当該1次特徴の検出結果から2次特徴を検出し、そして、当該2次特徴検出結果を用いて、3次特徴としての“2”を検出する。これと同様に“4”に関しても、2次特徴検出結果から3次特徴として検出する。

10 次に、“2”と“4”的3次特徴検出結果から、4次特徴として“24”を求める。そして、3次特徴として検出した“2”と“4”的位置関係をパラメータとして、“24”を示す数字列の基準パターンを基に、当該パラメータを用いて“24”的確認パターンを設定し、最終的に“24”を示す数字列を検出する。

15 <第8の実施形態]

本発明は、例えば、図34に示すような情報処理装置1200に適用される。本実施形態の情報処理装置1200は、特に、図27に示したパターン認識装置100の機能を有するものである。

情報処理装置1200は、上記図34に示すように、制御部1270、演算部1210、重み設定部1220、基準重み保持部1230、パラメータ検出部1240、入力信号メモリ1250、入力信号メモリ制御部1251、中間結果メモリ1260、及び中間結果メモリ制御部1261を含む構成としている。

上述のような情報処理装置において、まず、制御部1270は、情報処理装置全体の動作制御を司る。特に、制御部1270は、演算部1210、重み設定部1220、基準重み保持部1230、パラメータ検出部1240、入力信号メモリ制御部1251、及び中間結果メモリ制御部1261

を制御することで、パターン認識動作を実施する。

演算部 1210 は、入力信号メモリ 1250 又は中間結果メモリ 1260 からのデータと、重み設定部 1220 からの重みデータとを用いて、これらの積和演算及びロジスティック関数等による非線形演算を行ない、その結果を中間結果メモリ 1260 に保持する。
5

重み設定部 1220 は、基準重み保持部 1230 からの基準重みデータを基に、パラメータ検出部 1240 からのパラメータを用いて、重みデータを設定し、その重みデータを演算部 1210 に供給する。

基準重み保持部 1230 は、入力信号中の各特徴を検出するための基準となる基準重みデータを、各特徴それぞれに対して保持しており、その基準重みデータを重み設定部 1220 に供給する。
10

パラメータ検出部 1240 は、重み設定部 1220 で重みデータを設定する際に使用するパラメータを、中間結果メモリ 1260 のデータを用いて検出し、当該パラメータを重み設定部 1220 に供給する。

15 入力信号メモリ 1250 は、画像信号や音声信号等の処理対象となる入力信号を保持する。入力信号メモリ制御部 1251 は、入力信号を入力信号メモリ 1250 に保持する際、また、入力信号メモリ 1250 に保持されている入力信号を演算部 1210 に供給する際に、入力信号メモリ 1250 を制御する。

20 中間結果メモリ 1260 は、演算部 1210 で得られた演算結果を保持する。中間結果メモリ制御部 1261 は、演算部 1210 からの演算結果を中間結果メモリ 1260 に保持する際、また、中間結果メモリに保持されている中間結果を演算部 1210 やパラメータ検出部 1240 に供給する際に、中間結果メモリ 1260 を制御する。

25 ここでは情報処理装置の動作の一例として、並列階層処理により画像認識を行う神経回路網を形成した場合の動作について説明する。すなわち、第 1 の実施形態と同様に、処理対象となる入力信号を画像信号とする。

まず、図35を参照して、神経回路網の処理内容を詳細に説明する。神経回路網は、入力信号中の局所領域において、対象又は幾何学的特徴等の認識(検出)に関する情報を階層的に扱うものであり、その基本構造は、所謂 Convolutional ネットワーク構造(LeCun, Y. and Bengio, Y., 1995, 5 “Convolutional Networks for Images Speech, and Time Series” in Handbook of Brain Theory and Neural Networks (M. Arbib, Ed.), MIT Press, pp. 255-258)である。最終層(最上位層)からの出力は、認識結果としての認識された対象のカテゴリ、及びその入力データ上の位置情報である。

上記図35において、データ入力層3501は、CMOSセンサ或いは 10 CCD素子等の光電変換素子からの局所領域データを入力する層である。

最初の特徴検出層3502(1,0)は、データ入力層3501から入力された画像パターンの局所的な低次の特徴(特定方向成分や特定空間周波数成分等の幾何学的特徴の他、色成分特徴等を含む特徴でもよい)を全画面の各位置を中心として、局所領域(或いは、全画面にわたる所定のサンプリング点の各点を中心とする局所領域)において、同一箇所で複数のスケールレベル又は解像度で複数の特徴カテゴリの数のみ検出する。 15

特徴統合層3503(2,0)は、所定の受容野構造(以下、「受容野」とは、直前の層の出力素子との結合範囲を意味し、「受容野構造」とは、その結合荷重の分布を意味する)を有し、特徴検出層3502(1,0)からの同一受 20 容野内にある複数のニューロン素子出力の統合(局所平均化や最大出力検出等によるサブサンプリング等の演算による統合)を行う。

上記の統合処理は、特徴検出層3502(1,0)からの出力を空間的にぼかすことで、位置ずれや変形等を許容する役割を有する。また、特徴統合層内のニューロンの各受容野は、同一層内のニューロン間で共通の構 25 造を有している。

尚、一般的に特徴検出層内のニューロンの各受容野も同一層内のニューロン間で共通の構造を有しているが、その受容野構造をサイズに関して、

前段のニューロンの出力結果（検出結果）に応じて変更するというのが、本実施形態の主旨である。

後続の層である各特徴検出層 3502 ((1, 1)、(1, 2)、…、(1, M)) 及び各特徴統合層 3503 ((2, 1)、(2, 2)、…、(2, M)) は、上述した各層と同様に、前者 ((1, 1)、…)) は、各特徴検出モジュールにおいて複数の異なる特徴の検出を行ない、後者 ((2, 1)、…)) は、前段の特徴検出層からの複数特徴に関する検出結果の統合を行なう。

但し、前者の特徴検出層は、同一チャネルに属する前段の特徴統合層の細胞素子出力を受けるように結合（配線）されている。特徴統合層で行う処理であるサブサンプリングは、同一特徴カテゴリの特徴検出細胞集団からの局所的な領域（当該特徴統合層ニューロンの局所受容野）からの出力についての平均化等を行なうものである。

図 36 は、情報処理装置の動作の具体例として、第 7 の実施形態と同様に、対象画像から顔パターンを認識する場合の動作を、フローチャートにより示したものである。

入力信号メモリ制御部 1251 は、制御部 1270 により入力された信号（ここでは画像信号）を入力信号メモリ 1250 に入力する（ステップ S1401）。本ステップ S1401 が、図 35 に示したデータ入力層 3501 による処理に対応する。

重み設定部 1220 は、例えば、基準重み保持部 1230 に保持されている、上記図 14 に示したような 1 次特徴の検出重みデータ（各方向や各サイズのエッジ抽出を行なうための重みデータ）を演算部 1210 に対して設定する（ステップ S1402）。尚、サイズや方向をパラメータとしては、1 次特徴検出重みデータを重み設定部 1220 で生成するようしてもよい。また、次の 2 次特徴、3 次特徴、及び 4 次特徴に関しても、例えば、第 1 の実施形態で述べた特徴と同様のものを使用することが可能である。

演算部 1210 は、1 次特徴を検出する（ステップ S1403）。すなわち、本ステップ S1403 での 1 次特徴検出は、上記図 35 に示した特徴検出層 3502(1, 0) の処理に対応し、演算部 1210 は、それぞれの特徴 f の検出モジュール 3504 に相当する処理を実行する。

5 具体的には、ステップ S1402 で設定された各 1 次特徴検出重みデータは、各特徴 f を検出する受容野 3505 の構造に相当し、演算部 1210 は、入力画像メモリ 1250 から画像信号を取得し、当該画像信号の各位置の局所領域（受容野 3505 に対応する領域）と、各 1 次特徴検出重みデータとの積和演算を実行する。

10 ここで、演算処理部 1210 で実行される特徴検出層ニューロンの出入力特性の一例を、下記の式（6）で示す。すなわち、第 L 段目の第 k 番目の特徴を検出する細胞面の位置 n にあるニューロンの出力 $u_{SL}(n, k)$ は、

$$u_{SL}(n, k) = f \left(\sum_{\kappa}^{K_{CL-1}} \sum_{v \in W_L} w_L(v, \kappa, k) \cdot u_{CL-1}(n + v, \kappa) \right)$$

15

なる式（6）で表される。

上記式（6）において、 $u_{CL}(n, \kappa)$ は、第 L 段目の特徴統合層の第 κ 番目の細胞面の位置 n にあるニューロンの出力を示す。 K_{CL} は、第 L 段目の特徴統合層の種類の数を示す。 $w_L(v, \kappa, k)$ は、第 L 段目の特徴検出細胞層の第 k 番目の細胞面の位置 n にあるニューロンの、第 $L-1$ 段目の特徴統合層の第 κ 番目の細胞面の位置 $n + v$ にあるニューロンからの入力結合である。また、 W_L は、検出細胞の受容野であり、その大きさは有限である。

25 本ステップ S1403 の処理は、1 次特徴検出であるため、 L は “1”

であり、したがって、 u_{CL-1} は、データ入力層に相当するため、前段の特徴数は1種類となる。そして、検出する特徴が8種類であるため、8種類の結果が得されることになる。

また、上記式(6)において、 $f()$ は、積和演算の結果に対しての非
5 線形処理を示す。例えば、この非線形処理には、

$$f(x) = 1/(1 + e^{-x})$$

なる式(7)で表されるロジスティック関数を使用する。

上記非線形処理された結果は、中間結果メモリ1260に保持される。

ここでは、上述したように8種類の特徴を検出しているため、これら全て
10 の特徴の検出結果が、中間結果メモリ1260に保持されることになる。

重み設定部1220は、基準重み保持手段1230に保持されている1
次特徴統合重みデータを演算部1210に対して設定する(ステップS1
404)。ここで1次特徴統合重みデータは、ステップS1403で検出
された1次特徴の局所的な平均化や最大値の検出等の処理を行なうための
15 重みデータである。

演算部1210は、中間結果メモリ1260に保持されている各1次特
徴の検出結果と、ステップS1404で設定された各1次特徴統合重みデ
ータとの積和演算を行なう処理(各1次特徴の検出結果の統合処理)を実
行する(ステップS1405)。

20 本ステップS1405における処理は、上記図35に示した特徴統合層
3503(2, 0)の処理に対応し、各特徴 f の統合モジュールに相当する
処理である。具体的には、特徴検出層3502(1, 0)からの同一受容野
内に存在する複数のニューロン素子出力の統合(局所平均化、最大出力検
出等によるサブサンプリングなどの演算)に相当する。

25 すなわち、演算部1210は、各1次特徴の検出結果毎に、局所領域で
平均化や最大値検出等の処理を実行する。例えば、演算部1210は、

$$u_{CL}(n, k) = \sum_{v \in D_L} d_L(v) \cdot u_{SL}(n + v, k)$$

なる式（8）で示される、局所領域での平均化を実行する。

上記式（8）において、 $d_L(v)$ は、第 L 段目の特徴検出層のニューロンから、第 L 段目の特徴統合細胞層の細胞面に存在するニューロンへの
5 入力結合であり、 $|v|$ に関して単純に減少する関数である。また、 D_L は、統合細胞の受容野を示し、その大きさは有限である。

演算部 1210 は、上記式（8）による積和演算の結果を中間結果メモリ 1260 に保持する。このとき、演算部 1210 は、上記積和演算の結果に対して、さらに非線形処理を施し、この結果を中間結果メモリ 126
10 0 に保持するようにしてよい。

本ステップ S1405 までの処理で、中間結果メモリ 1260 は、1 次特徴検出結果を各特徴毎に局所領域で統合した、各サイズ及び各方向の 1 次特徴の統合結果を保持していることになる。

重み設定部 1220 は、2 次特徴検出重みデータを設定する（ステップ S1406）。ここで 2 次特徴検出重みデータは、上述したように、第 7 の実施形態で用いた図 14 に示した各 2 次特徴を検出するための重みデータである。

第 7 の実施形態においても説明したように、2 次特徴以降の各特徴の大きさはそれ以前に求めた特徴の大きさと相関がある。このため、重み設定部 1220 は、2 次特徴以降の各特徴を検出する際に、前段の階層で検出
20 された特徴の大きさに依存して、特徴検出重みデータを設定する。

具体的には、先ず、重み設定部 1220 は、予め設定された、パラメータ検出部 1240 により各 1 次特徴を検出した 1 次特徴検出重みデータが示す受容野サイズを、パラメータとして設定する。そして、重み設定部 1
220 は、基準重み保持部 1230 に保持されている基準 2 次特徴検出重
25 みデータを、上記受容野サイズに関して、先にパラメータ検出部 1240

により設定したパラメータを用いて修正し、この結果を2次特徴検出重みデータとする。

すなわち、例えば、基準2次特徴検出重みデータが、図14に示したような1次特徴のサイズが大きい方（受容野サイズが大きい方）に対して設定されているものとすると、重み設定部1220は、受容野サイズが小さい重み係数で検出した1次特徴検出結果に対して、2次特徴を検出する際に、例えば、図37に示すように、2次特徴検出重みデータの受容野サイズを小さくする。

演算部1210は、2次特徴の検出を行なう。これは、図35に示した特徴検出層3502(1, 1)の処理に対応する（ステップS1407）。本ステップS1407での処理自体は、ステップS1403における1次特徴検出処理と同様である。

例えば、演算部1210は、上記式（1）を用いた積和演算、及びその結果に対する非線形演算の処理を実行する。ただし、演算部1210は、ステップS1406で設定された2次特徴検出重みデータ、及び中間結果メモリ1260に保持されている1次特徴の統合結果を、積和演算に使用し、当該演算結果に対して非線形演算を行ない、当該演算結果（2次特徴検出結果）を中間結果メモリ1260に保持する。

重み設定部1220は、基準重み保持部1230に保持されている2次特徴統合重みデータを演算部1210に対して設定する。ここでの2次特徴統合重みデータは、ステップS1407で検出した2次特徴結果の局所的な平均化や最大値の検出等の処理を実行するための重みデータである（ステップS1408）。

演算部1210は、各2次特徴の検出結果を統合する。これは、上記図13に示した特徴統合層1303(2, 1)の処理に対応する（ステップS1409）。

具体的には、演算部1210は、中間結果メモリ1260に保持されて

いる各2次特徴の検出結果と、ステップS1408で設定された各2次特徴統合重みデータとの積和演算を、例えば、上記式(8)に従って実行し、当該積和演算の結果を中間結果メモリ1260に保持する。このとき、演算部1210は、上記積和演算の結果に対して、さらに非線形処理を施し、

5 当該処理結果を中間結果メモリ1260に保持するようにしてもよい。

重み設定部1220は、3次特徴検出重みデータを演算部1210に対して設定する(ステップS1410)。ここでの3次特徴検出重みデータは、上述したように、上記図14で示した各3次特徴を検出するための重みデータである。

10 具体的には、先ず、重み設定部1220は、パラメータ検出部1240で、中間結果メモリ1260に保持されている各1次特徴検出結果及び各2次特徴検出結果から、2次特徴の大きさに基づいた値をパラメータとして設定する。このパラメータとしては、例えば、第1の実施形態で説明したように、右空きV字特徴の場合、右上がり斜め特徴と右下がり斜め特徴15 間の垂直距離を使用することができる。

そして、重み設定部1220は、基準重み保持部1230に保持されている基準3次特徴検出重みデータを、その受容野サイズに関して、パラメータ検出部1240で求めたパラメータを用いて修正し、この結果を3次特徴検出重みデータとする。

20 演算部1210は、3次特徴検出を行なう。これは、上記図13に示した特徴検出層3502(1, 2)の処理に対応する(ステップS1411)。具体的には、演算部1210は、ステップS1410で設定された3次特徴検出重みデータと、中間結果メモリ1260に保持されている2次特徴の統合結果との積和演算、及びその結果に対する非線形演算を実行し、当25 該演算結果(3次特徴検出結果)を中間結果メモリ1260に保持する。

重み設定部1220は、基準重み保持部1230に保持されている3次特徴統合重みデータを演算部1210に対して設定される(ステップS1

412)。ここで3次特徴統合重みデータは、ステップS1411で検出した3次特徴結果の局所的な平均化や最大値検出等の処理を行なうための重みデータである。

演算部1210は、各3次特徴の検出結果を統合する。これは、上記図5 13に示した特徴統合層3503(2, 2)の処理に対応する(ステップS1413)。具体的には、演算部1210は、中間結果メモリ1260に保持されている各3次特徴の検出結果と、ステップS1412で設定された各3次特徴統合重みデータとの積和演算を実行し、当該積和演算の結果を中間結果メモリ1260に保持する。このとき、演算部1210は、当該積和演算の結果に対して、さらに非線形処理を行い、当該処理結果を中間結果メモリ1260に保持するようにしてよい。

重み設定部1220は、4次特徴検出重みデータを演算部1210に対して設定する(ステップS1414)。ここで4次特徴検出重みデータは、上述したように、上記図14に示した各4次特徴を検出するための重みデータである。

具体的には、先ず、重み設定部1220は、パラメータ検出部1240で、中間結果メモリ1260に保持されている各2次特徴検出結果及び各3次特徴検出結果から、3次特徴の大きさに基づいた値をパラメータとして設定する。このパラメータとしては、例えば、第1の実施形態で説明したように、眼特徴の場合、右空きV字特徴と左空きV字特徴間の水平距離を使用することができる。

そして、重み設定部1220は、基準重み保持部1230に保持されている基準4次特徴検出重みデータを、その受容野サイズに関して、パラメータ検出部1240で求めたパラメータを用いて修正し、この結果を4次25特徴検出重みデータとする。

演算部1210は、4次特徴検出を行なう。これは、上記図35に示した特徴検出層3502(1, 3)の処理に対応する(ステップS1415)。

具体的には、演算部 1210 は、ステップ S1414 で設定された 4 次特徴検出重みデータと中間結果メモリ 1260 に保持されている 3 次特徴の統合結果との積和演算、及びその結果に対する非線形演算を実行し、当該演算結果（4 次特徴検出結果）を中間結果メモリ 1260 に保持する。

5 重み設定部 1220 は、基準重み保持手段 1230 に保持されている 4 次特徴統合重みデータを演算部 1210 に対して設定する（ステップ S1416）。ここで 4 次特徴統合重みデータは、ステップ S1415 で検出した 4 次特徴結果の局所的な平均化や最大値の検出等の処理を行なうための重みデータである。

10 演算部 1210 は、4 次特徴の検出結果を統合する。これは、上記図 3 5 に示した特徴統合層 3503(2, 3) の処理に対応する（ステップ S1417）。具体的には、演算部 1210 は、中間結果メモリ 1260 に保持されている 4 次特徴の検出結果と、ステップ S1416 で設定された 4 次特徴統合重みデータとの積和演算を実行し、当該積和演算の結果を中間結果メモリ 1260 に保持する。このとき、演算部 1210 は、当該積和演算の結果に対して、さらに非線形処理を行い、当該処理結果を中間結果メモリ 1260 に保持するようにしてもよい。

15 演算部 1210 は、パターン確認重みデータを設定する（ステップ S1418）。具体的には、まず、上述したステップ S1417 までの処理により、4 次特徴が検出されるが、第 1 の実施形態で説明したように、対象画像（入力画像）中の背景に 4 次特徴を構成する複数の 3 次特徴に似た領域があり、また、これらの位置関係をも似ている場合、4 次特徴の検出で誤検出する可能性がある。すなわち、例えば、顔の検出の場合、入力画像中の背景に、それぞれ両眼及び口と似た領域が存在し、また、その位置関係 20 をも似ている場合、顔特徴の検出で誤検出する可能性がある。

25 このため、本実施形態では、検出すべきパターンにおいて典型的なタイプ（サイズや向き等）を検出するための基準パターン確認重みデータを用

意し、当該重みデータを修正し、当該修正後のパターン確認重みデータを設定し、当該設定パターン確認重みデータを用いて、最終的に検出すべきパターンが入力画像中に存在するか否かを判断する。

ここで一例として、顔を検出パターンとしているので、典型的な顔を検出する基準顔パターン確認重みデータを用意し、これを修正し、当該修正後の顔パターン確認重みデータを設定し、当該設定顔パターン確認重みデータを使用して、顔パターンが入力画像中に存在するかを判断する。

従って、本ステップS 1 4 1 8では、先ず、演算部1 2 1 0は、パラメータ検出部1 2 4 0で、中間結果メモリ1 2 6 0に保持されている各3次特徴検出結果及び4次特徴検出結果から、検出した4次特徴の各位置において、3次特徴検出結果に基づいた値をパラメータとして設定する。このパラメータとしては、例えば、第1の実施形態で説明したように、顔特徴である場合、眼特徴と口特徴の位置を使用することができる。

そして、演算部1 2 1 0は、基準重み保持部1 2 3 0に保持されている基準パターン確認重みデータを、その受容野サイズ及び回転に関して、パラメータ検出部1 2 4 0で求めたパラメータを用いて修正し、当該修正結果をパターン確認重みデータとする。

演算部1 2 1 0は、検出パターンの確認を行なう(ステップS 1 4 1 9)。

具体的には、演算部1 2 1 0は、ステップS 1 4 1 8で設定された確認パターン重みデータと、入力信号メモリ1 2 5 0に保持されている入力信号との積和演算、及びその結果に対する非線形演算を実行し、当該演算結果を中間結果メモリ1 2 6 0に保持する。この中間結果メモリ1 2 6 0に保持された結果が、検出すべきパターンの検出最終結果となる。

以上説明したように、本実施形態では、各特徴を検出するための基準重みデータを用意し、前段の検出結果から求めたパラメータを用いて、当該基準重みデータを基に、検出重みデータを設定するように構成したので、各特徴の検出精度が向上し、最終的に検出するパターンの検出精度が向上

するという効果がある。

また、演算部 1210 では、検出重みデータ又は統合重みデータと、中間結果メモリ 1260 又は入力信号メモリ 1250 からのデータとの積和演算及びその結果の非線形変換を行い、当該積和演算に使用する重みデータを、毎回設定するように構成したので、同じ演算部 1210 を繰り返し使用できるという効果がある。さらに、入力信号と中間結果の両方を保持する構成としているので、最後の確認処理をも容易に行えるという効果がある。

尚、本実施形態では、その一例として、統合処理に使用する統合重みデータに対して、検出結果に応じた設定を行なっていないが、例えば、検出重みデータ同様に、受容野サイズの設定を行なうことも可能である。また、上記図 36 に示したステップ S1416 及び S1417 の 4 次特徴に対する統合処理は、省略することも可能である。

＜第 9 の実施形態＞

本実施形態の情報処理装置を図 38 に示す。本装置は、図 27 に示したパターン認識装置の機能を有するものである。

具体的には、この情報処理装置は、図 38 に示すように、制御部 1670、演算部 1610、基準重み保持部 1630、パラメータ検出部 1640、入力信号メモリ 1650、入力信号メモリ制御部 1651、中間結果メモリ 1660、及び中間結果メモリ制御部 1661 を含む構成としている。

ここで、本実施形態における情報処理装置は、基本的には第 2 の実施形態における情報処理装置（図 34 参照）と同様の機能を有するものであるが、これと異なる点は、重み設定部 1220 に相当する機能を持たず、パラメータ検出部 1640 で求めたパラメータを中間結果メモリ制御部 1661 及び演算部 1610 に供給するように構成したことにある。

すなわち、第 2 の実施形態では、前段の処理結果からパラメータを求める、

そのパラメータから特徴を検出するための重みデータを設定するように構成したが、本実施形態では、重みデータとして、基準重み保持手段 1630 に保持されている基準重みデータをそのまま使用し、代わりに受容野に相当する、中間結果メモリ 1660 に保持されている前段の検出結果を、
5 補間等を用いてサイズ変更するように構成する。

このため、例えば、3次特徴である眼特徴を検出する場合、情報処理装置は、図 39 に示すように、入力画像 1700 に対する通常の受容野に対して、サイズ変更することで、サイズ変更後局所画像 1710 を生成し、この変更後局所画像 1710 と、基準重み保持部 1630 に保持されている基準重みデータとの積和演算を実行する。
10

尚、3次特徴を求める場合、中間結果メモリ 1660 に保持されている 2 次特徴検出結果を使用するが、上記図 39 では、説明を簡単にするため、入力画像 1700 の局所画像のサイズ変更を示している。実際には、2 次特徴検出結果画像の局所領域をサイズ変更して使用する。

15 以上説明したように、本実施形態では、前段の検出結果から求めたパラメータを用いて、特徴を検出する際に使用する前段の検出結果のサイズを変更して再設定するように構成したので、各特徴の検出精度が向上し、最終的に検出するパターンの検出精度が向上する、という効果を得られる。また、検出結果のサイズを変更は、メモリから読み出す領域の変更と補間
20 処理で良いため、容易に実現できる、という効果を得られる。

＜ソフトウエアなどによる他の実施形態＞

本発明は、複数の機器（例えばホストコンピュータ、インターフェース機器、リーダ、プリンタ等）から構成されるシステムの一部として適用しても、ひとつの機器（たとえば複写機、ファクシミリ装置）からなるもの
25 の一部に適用してもよい。

また、本発明は上記実施形態を実現するための装置及び方法及び実施形態で説明した方法を組み合わせて行う方法のみに限定されるものではなく、

上記システムまたは装置内のコンピュータ（C P UあるいはM P U）に、上記実施形態を実現するためのソフトウェアのプログラムコードを供給し、このプログラムコードに従って上記システムあるいは装置のコンピュータが上記各種デバイスを動作させることにより上記実施形態を実現する場合
5 も本発明の範疇に含まれる。

またこの場合、前記ソフトウェアのプログラムコード自体が上記実施形態の機能を実現することになり、そのプログラムコード自体、及びそのプログラムコードをコンピュータに供給するための手段、具体的には上記プログラムコードを格納した記憶媒体は本発明の範疇に含まれる。

10 この様なプログラムコードを格納する記憶媒体としては、例えばフロッピー（R）ディスク、ハードディスク、光ディスク、光磁気ディスク、C D－R O M、磁気テープ、不揮発性のメモリカード、R O M等を用いることができる。

また、上記コンピュータが、供給されたプログラムコードのみに従って
15 各種デバイスを制御することにより、上記実施形態の機能が実現される場合だけではなく、上記プログラムコードがコンピュータ上で稼働しているO S（オペレーティングシステム）、あるいは他のアプリケーションソフト等と共同して上記実施形態が実現される場合にもかかるプログラムコードは本発明の範疇に含まれる。

20 更に、この供給されたプログラムコードが、コンピュータの機能拡張ボードやコンピュータに接続された機能拡張ユニットに備わるメモリに格納された後、そのプログラムコードの指示に基づいてその機能拡張ボードや機能格納ユニットに備わるC P U等が実際の処理の一部または全部を行い、その処理によって上記実施形態が実現される場合も本発明の範疇に含まれ
25 る。

以上説明した実施形態によれば、入力パターンの変動に対して頑健な識別が可能であり、誤識別が生じる可能性を低減させながら、より処理コストの少ないパターン認識を行うことが可能となる。

なお、上記実施形態は、何れも本発明を実施するにあたっての具体化の例を示したものに過ぎず、これらによって本発明の技術的範囲が限定的に解釈されなければならないものである。すなわち、本発明はその技術思想、またはその主要な特徴から逸脱することなく、様々な形で実施することができる。

本発明は上述した実施例に限定されるものでなく種々の変更や修正が考えられる。よって、本願発明の技術的範囲は、以下の請求の範囲に基づいて決定される。

請求の範囲

1. 入力データの特徴を階層的に抽出して当該入力データのパターンを識別するパターン識別方法において、
 - 第1の階層の特徴を抽出する第1の特徴抽出工程と、
- 5 前記第1の特徴抽出工程における特徴抽出結果に基づいて前記第1の階層より上位の第2の階層の特徴を抽出する方式を決定する決定工程と、
前記決定工程で決定された方式に基づいて前記第2の階層の特徴を抽出する第2の特徴抽出工程とを有することを特徴とするパターン識別方法。
- 10 2. 前記決定工程では、前記第1の特徴抽出工程における特徴抽出結果の分布を分析し、当該分析された分布に基づいて前記方式を決定することを特徴とする請求項1に記載のパターン識別方法。
- 15 3. 前記決定工程では、前記分布に基づいて前記第2の階層の複数の特徴の尤度を算出し、算出された尤度が所定値以上の特徴を抽出対象として決定することを特徴とする請求項2に記載のパターン識別方法。
4. 前記第1または第2の特徴抽出工程において、所定の特徴に所定の変換を与えて得られる特徴を抽出することを特徴とする請求項1に記載のパターン識別方法。
- 20 5. 前記第2の特徴抽出工程における上位の階層の特徴抽出結果に基づいて、下位の階層の特徴を再抽出する再抽出工程を有することを特徴とする請求項1に記載のパターン識別方法。
6. 前記決定工程では、複数の前記特徴抽出結果の各々の分布を分析し、それぞれの分析結果の相対関係を分析することを特徴とする請求項1に記載のパターン識別方法。
- 25 7. 前記決定工程では、少なくとも1つの前記特徴抽出結果の特定の範囲内での分布を分析することを特徴とする請求項1に記載のパターン識別方法。

8. 前記決定工程では、少なくとも1つの前記特徴抽出結果の分布において、所定の範囲内に前記特徴が抽出されている、もしくは抽出されていないことを分析することを特徴とする請求項1に記載のパターン識別方法。

5 9. 前記決定工程では、少なくとも1つの前記特徴抽出結果の分布の重心位置を分析することを特徴とする請求項1に記載のパターン識別方法。

10. 前記決定工程では、少なくとも1つの前記特徴抽出結果の分布において、前記特徴が抽出されている範囲もしくは抽出されていない範囲の大きさを分析することを特徴とする請求項1に記載のパターン識別方法。

10 11. 前記決定工程では、少なくとも1つの前記特徴抽出結果の尤度もしくは特徴検出レベルの累計を分析することを特徴とする請求項1に記載のパターン識別方法。

12. 前記第2の特徴抽出工程ではモデルを設定して特徴を抽出し、前記決定工程では、前記第2の特徴抽出工程で設定すべきモデルを決定することを特徴とする請求項1に記載のパターン識別方法。

13. 前記第1の特徴抽出工程ではモデルを設定して特徴を抽出しており、前記第2の特徴抽出工程で使用されるモデルは、前記第1の特徴抽出工程で使用される所定のモデルを組み合わせて構成されており、

前記第1の検出工程では、当該第1の検出工程で使用されるモデルと前記パターンの構成部分とを比較して、該モデルの前記構成部分に対する特徴量を算出し、

前記決定工程では、特定のモデルを構成するモデルの特徴量に基づいて、該特定のモデルを設定すべきモデルに決定することを特徴とする請求項1 2に記載のパターン識別方法。

25 14. 前記決定工程では、特定のモデルを構成するモデルがすべて所定の特徴量を有している場合、該特定のモデルを設定すべきモデルに決定することを特徴とする請求項1 3に記載のパターン識別方法。

15. 前記決定工程では、同一のモデルをそれぞれ複数の角度で回転させた形態の複数のモデルを設定すべきモデルに決定することを特徴とする請求項12に記載のパターン識別方法。

16. 前記決定工程では、モデルに対して算出された特徴量に基づいて、設定すべきモデルの数を制限することを特徴とする請求項12に記載のパターン識別方法。

17. 前記決定工程では、算出された下位モデルの特徴量のうち、所定量以上の特徴量を有する下位モデルの回転角度を選択し、選択された回転角度に対応する上位モデルを設定すべきモデルに決定することを特徴とする請求項15に記載のパターン識別方法。

18. 算出された下位モデルの特徴量のうち、該特徴量の順で上位となる下位モデルの回転角度を選択し、選択された回転角度に対応する上位モデルを設定することを特徴とする請求項15に記載のパターン識別方法。

19. 算出された前記下位モデルの特徴量に基づいて、当該下位モデルの回転角度を計測し、当該計測された回転角度を用いて、前記上位モデルの数を制限することを特徴とする請求項16に記載のパターン識別方法。

20. 複数の角度で回転させた形態の複数のモデルが設定される際の該複数の角度の回転間隔を変更する変更工程をさらに有し、

該変更工程では、より高次な階層におけるモデルの回転間隔をより狭くすることを特徴とする請求項15に記載のパターン識別方法。

21. 所定の基準モデルが保持されており、

前記決定工程では、前記基準モデルを算出された前記特徴量を用いて変換することによって得られるモデルを設定すべきモデルに決定することを特徴とする請求項13に記載のパターン識別方法。

22. 所定の基準データが保持されており、

前記決定工程では、前記基準データと前記第1の特徴抽出工程における特徴抽出結果に基づいて前記第2の特徴抽出工程で使用するデータを決定することを特徴とする請求項1に記載のパターン識別方法。

23. 前記決定工程では、入力信号の空間的位置毎に、使用するデータを決定することを特徴とする請求項2記載のパターン識別方法。

24. 前記基準データは、前記所定パターンの典型的なパターンを構成する複数の特徴を検出するためのデータであり、

前記決定工程では、前記第1の特徴抽出工程で得られた複数の特徴の位置関係に基づいて、保持された前記基準データを変換し、

10 前記第2の特徴抽出工程では、変換後の前記基準データと、前記入力信号との相関に基づいて、当該入力信号に含まれる所定パターンの有無を判別することを特徴とする請求項2記載のパターン識別方法。

25. 前記決定工程では、前記第1の特徴抽出工程における特徴検出に使用する前階層の検出結果からの入力範囲の大きさを、前記第1の特徴抽出工程における特徴抽出結果に基づき決定することを特徴とするパターン識別方法。

26. 前記決定工程では、前記入力範囲の大きさを入力信号の空間的位置毎に決定することを特徴とする請求項2記載のパターン識別方法。

27. 前記第1の特徴抽出工程における特徴検出結果を保持する結果20 保持工程と、

前記結果保持工程において保持された検出結果に基づきパラメータを求めるパラメータ取得工程と、

上記パラメータ取得工程で得られたパラメータに基づいて、前記第2の特徴抽出工程において読み出すべき特徴検出結果を変更する変更工程とを25 更に有することを特徴とする請求項1に記載のパターン識別方法。

28. 前記入力データは画像であり、前記第1及び第2の特徴抽出工程では、顔を構成する特徴を抽出することを特徴とする請求項1に記載の

パターン識別方法。

29. 入力データの特徴を階層的に抽出して当該入力データのパターンを識別するパターン識別装置であって、

第1の階層の特徴を抽出する第1の特徴抽出手段と、

5 前記第1の特徴抽出工程における特徴抽出結果に基づいて前記第1の階層より上位の第2の階層の特徴を抽出する方式を決定する決定手段と、

前記決定手段により決定された方式に基づいて前記第2の階層の特徴を抽出する第2の特徴抽出手段とを有することを特徴とするパターン識別装置。

10 30. 前記入力データとして画像を撮像して入力する撮像手段を備えたことを特徴とする請求項29に記載のパターン識別装置。

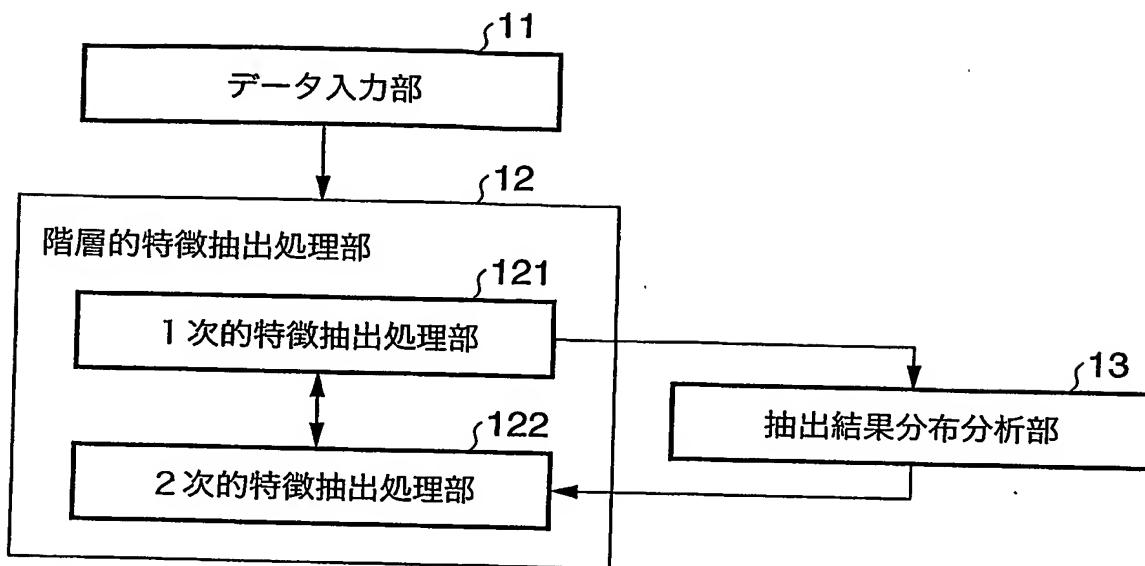
31. コンピュータに、入力データの特徴を階層的に抽出させて当該入力データのパターンを識別させるパターン識別プログラムであって、

第1の階層の特徴を抽出する第1の特徴抽出手順と、

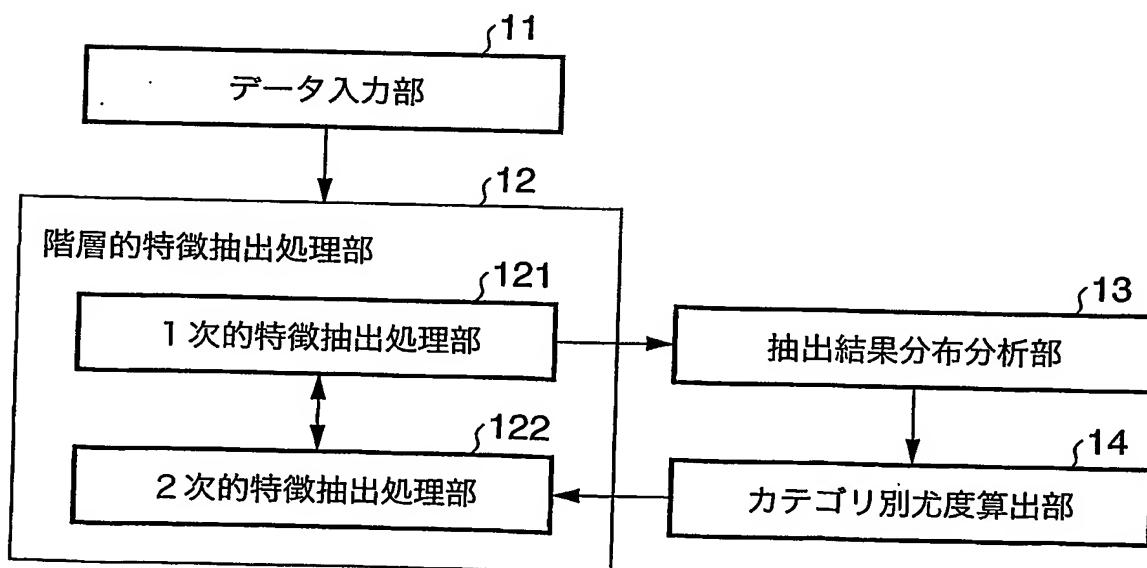
15 前記第1の特徴抽出手順における特徴抽出結果に基づいて前記第1の階層より上位の第2の階層の特徴を抽出する方式を決定する決定手順と、

前記決定手順で決定された方式に基づいて前記第2の階層の特徴を抽出する第2の特徴抽出手順とを実行させるためのコンピュータ読み取り可能なパターン識別プログラム。

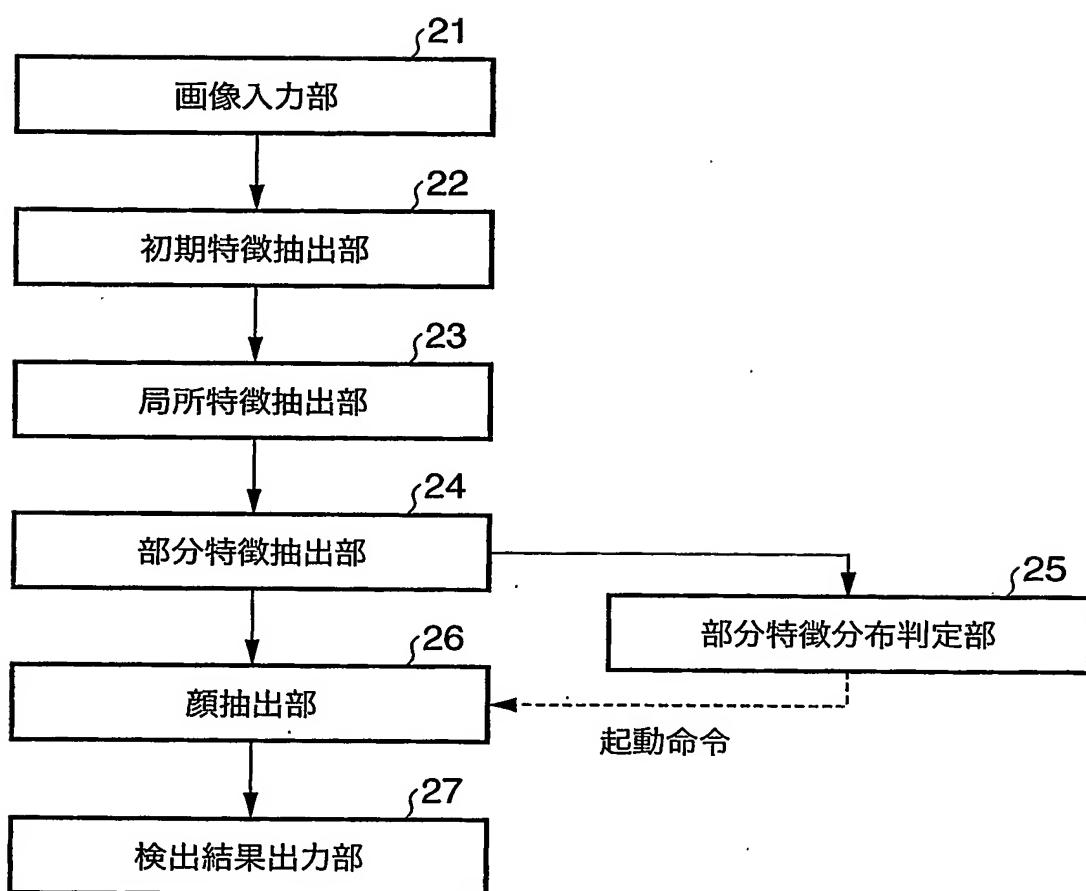
第 1A 図



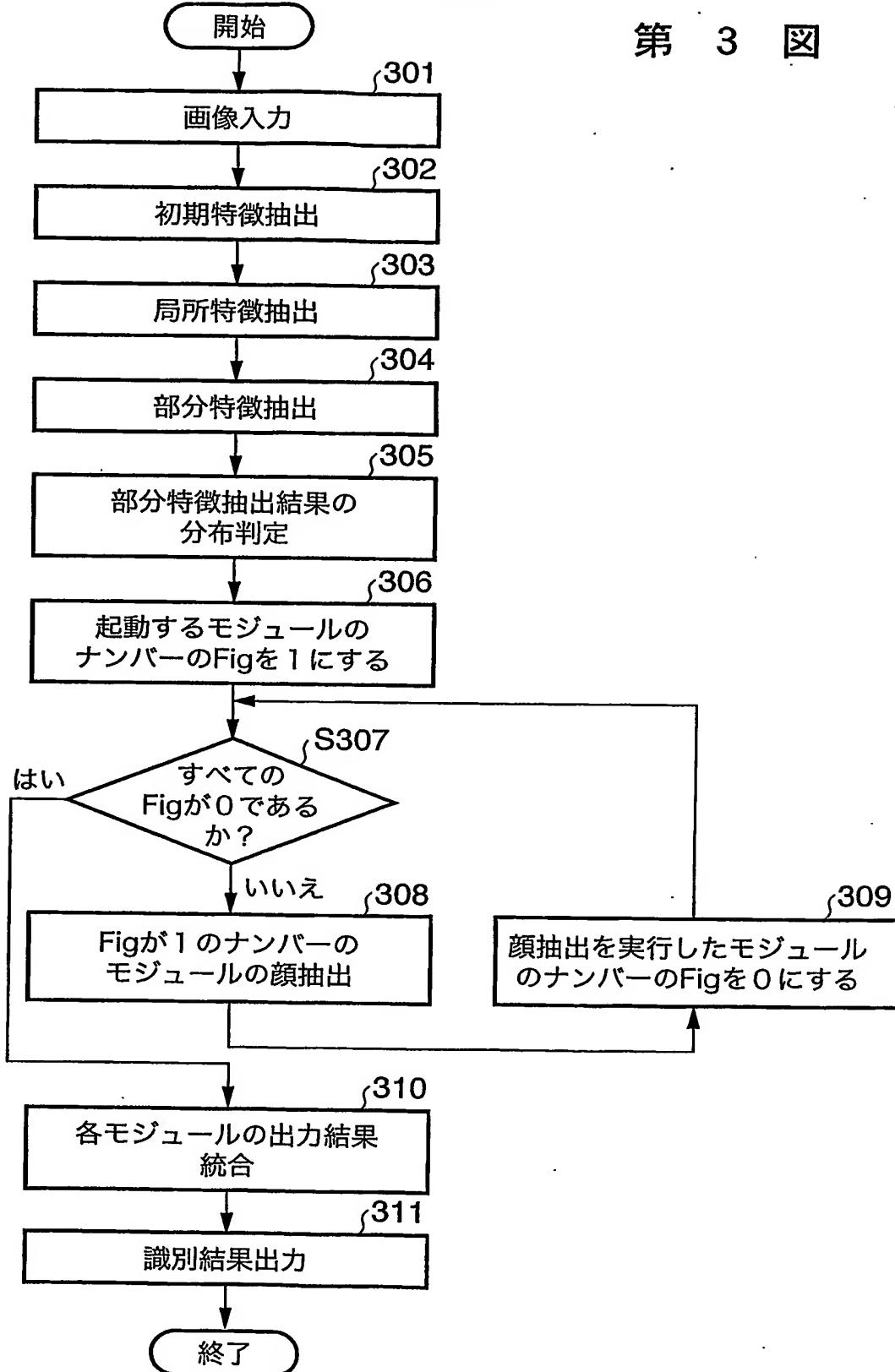
第 1B 図



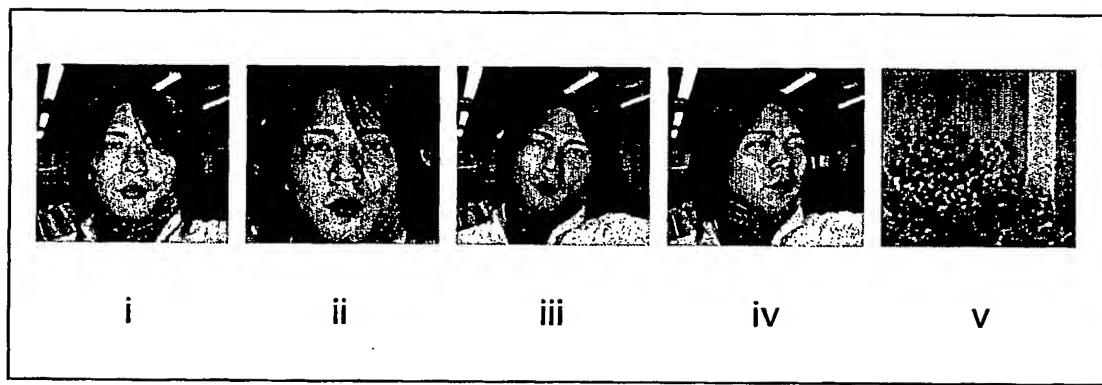
第 2 図



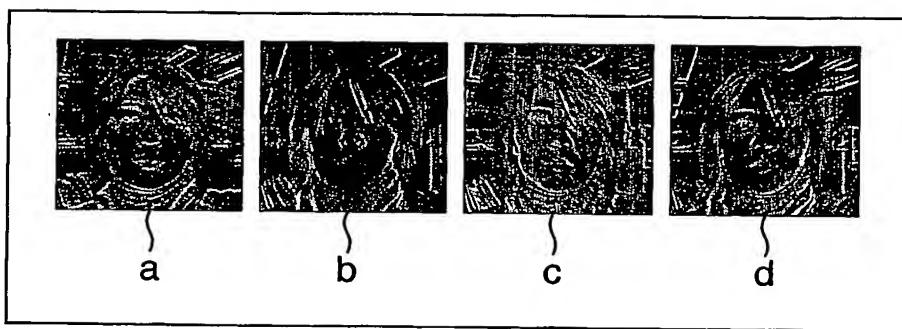
第 3 図



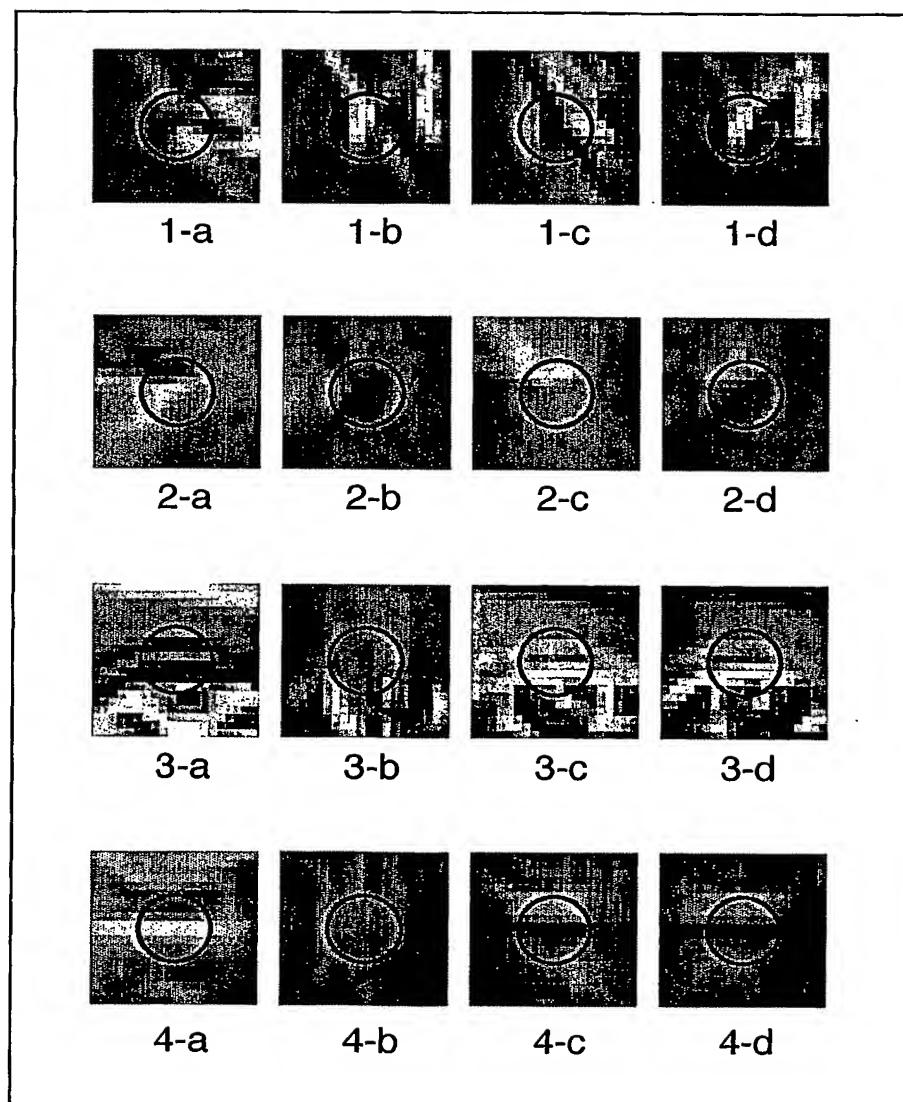
第 4 図



第 5 図

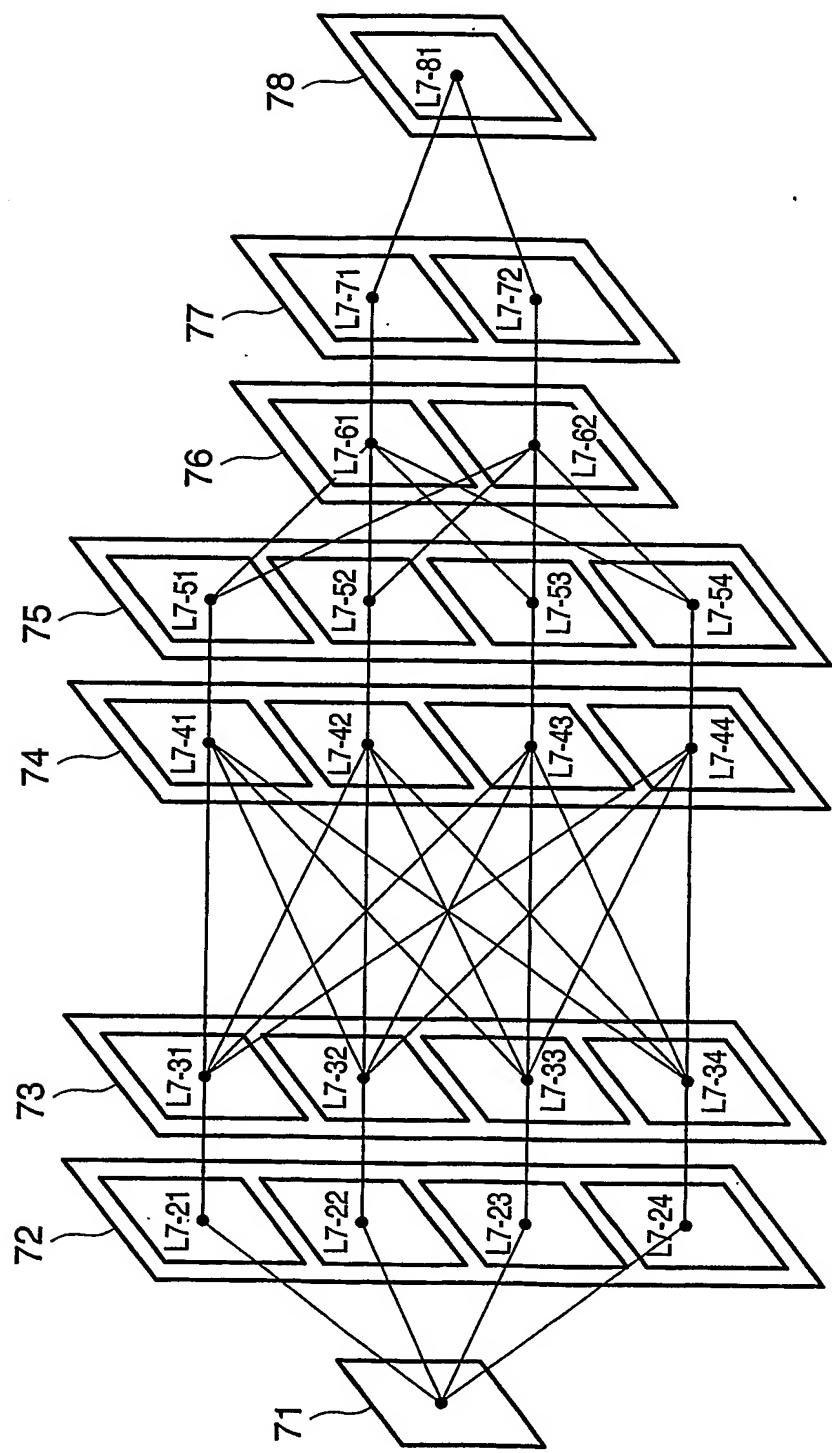


第 6 図

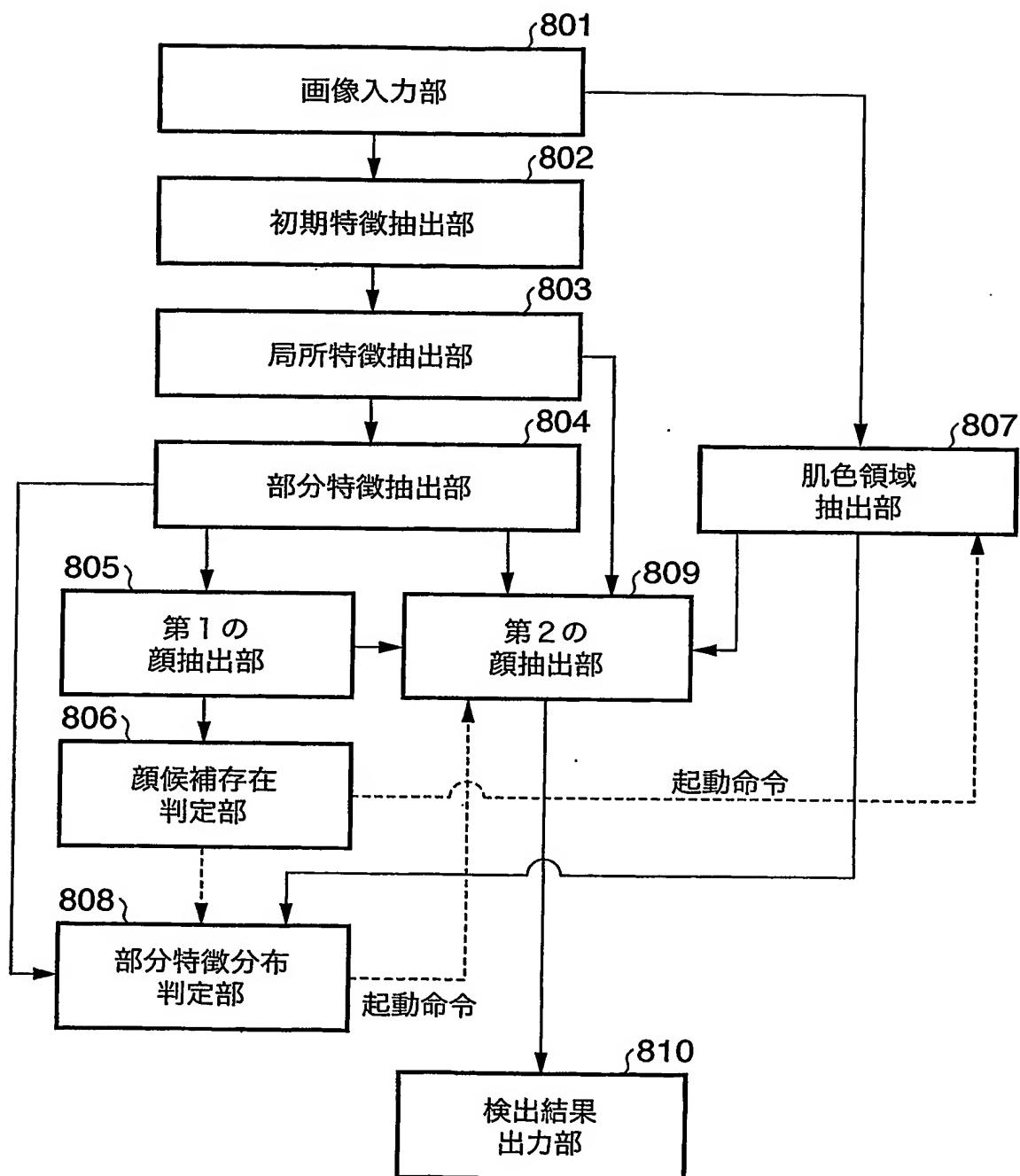


7/41

第7回

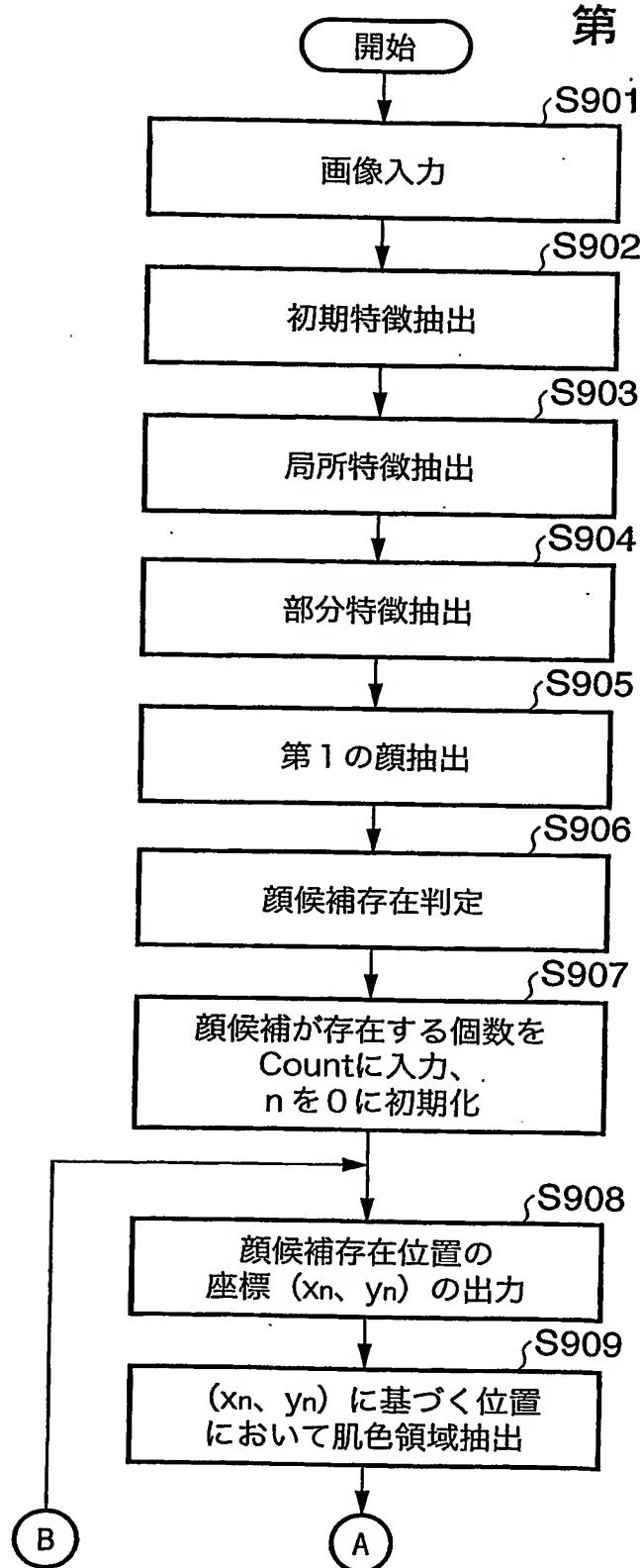


第 8 図



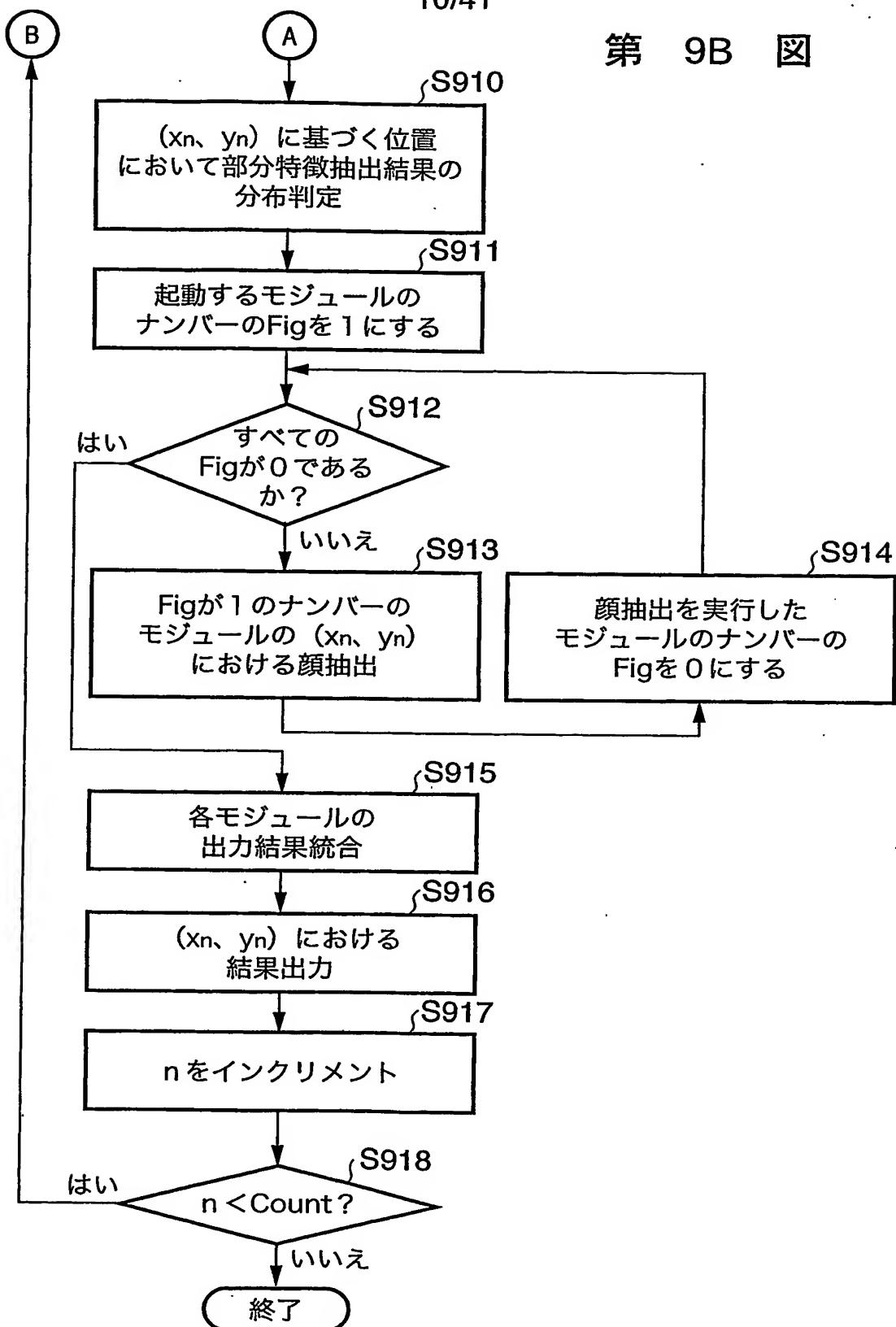
9/41

第 9A 図



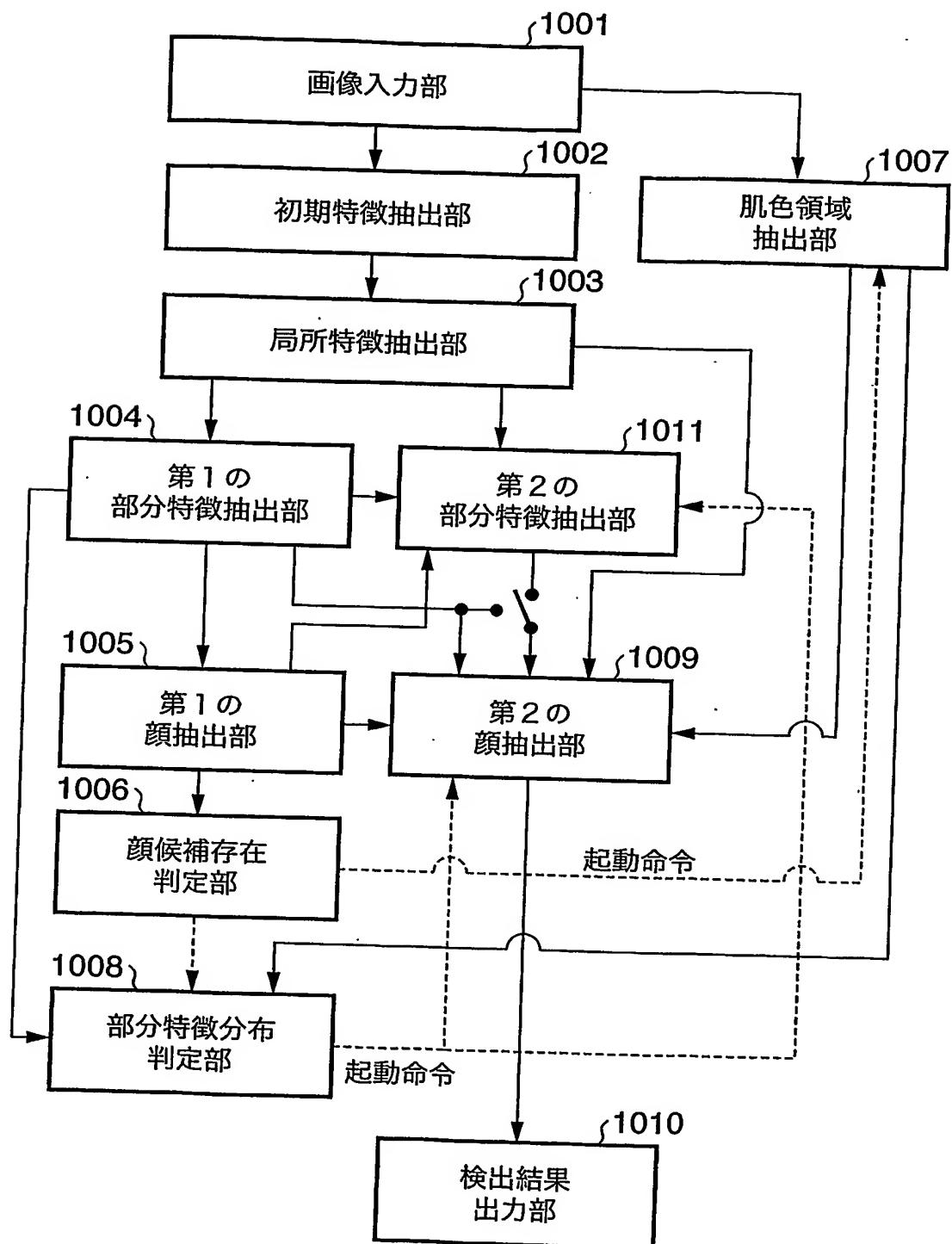
10/41

第 9B 図



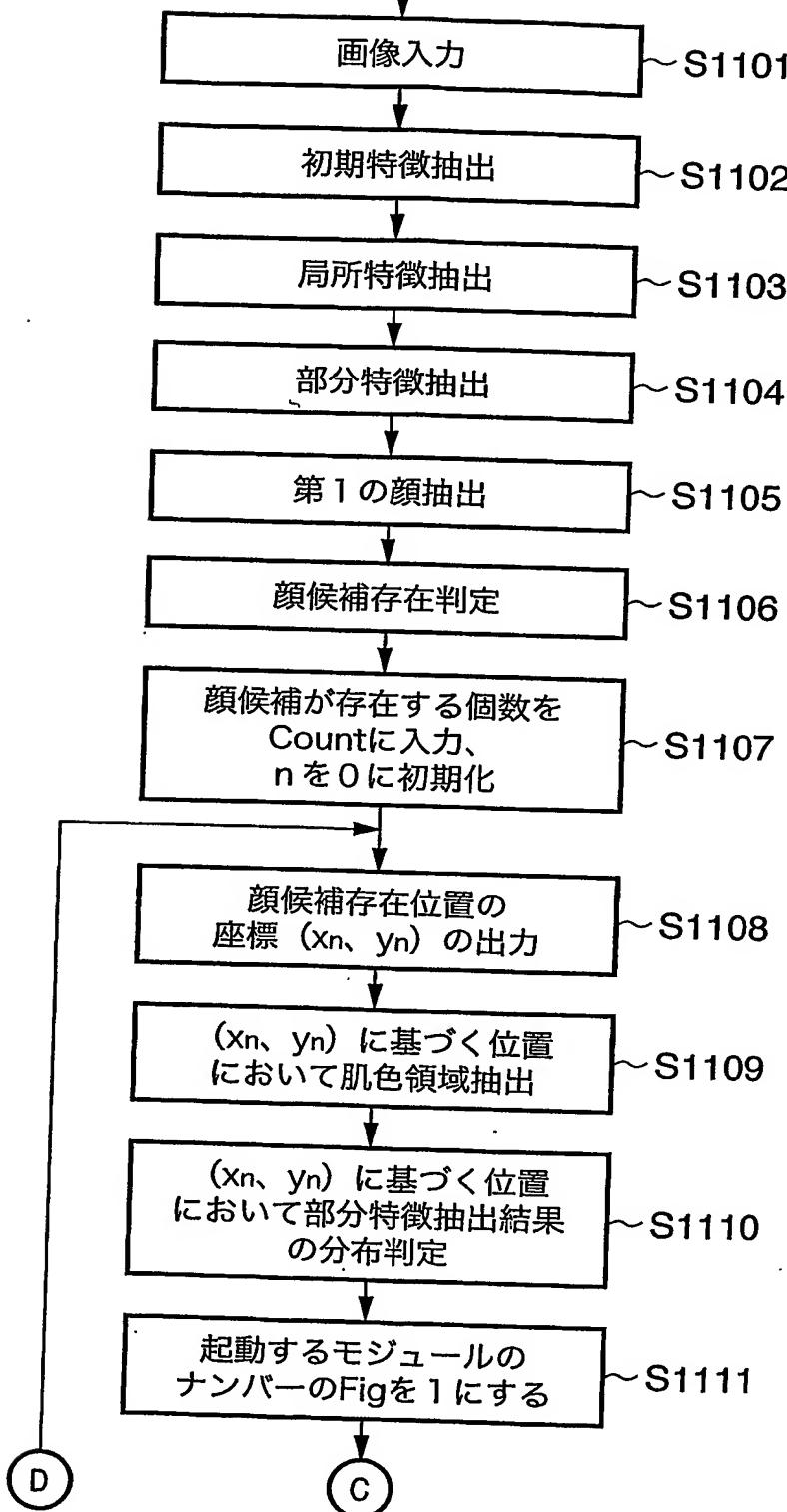
11/41

第 10 図



12/41

第 11A 図

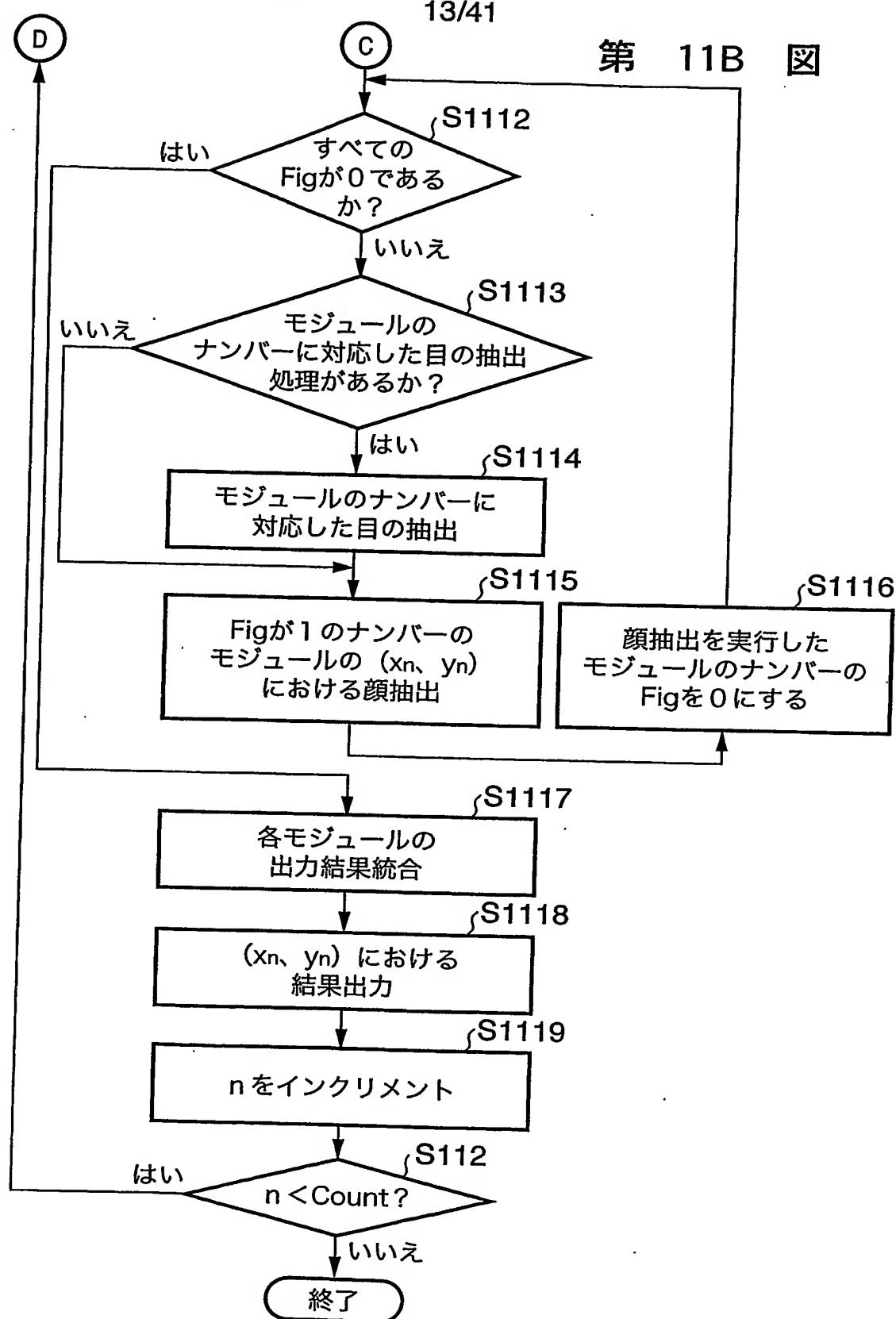


D

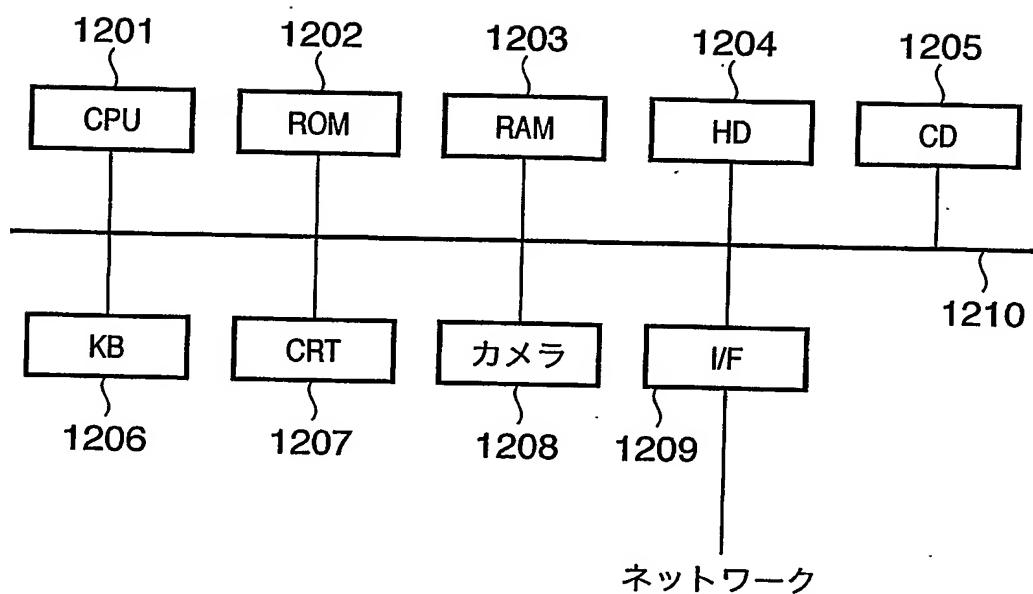
C

13/41

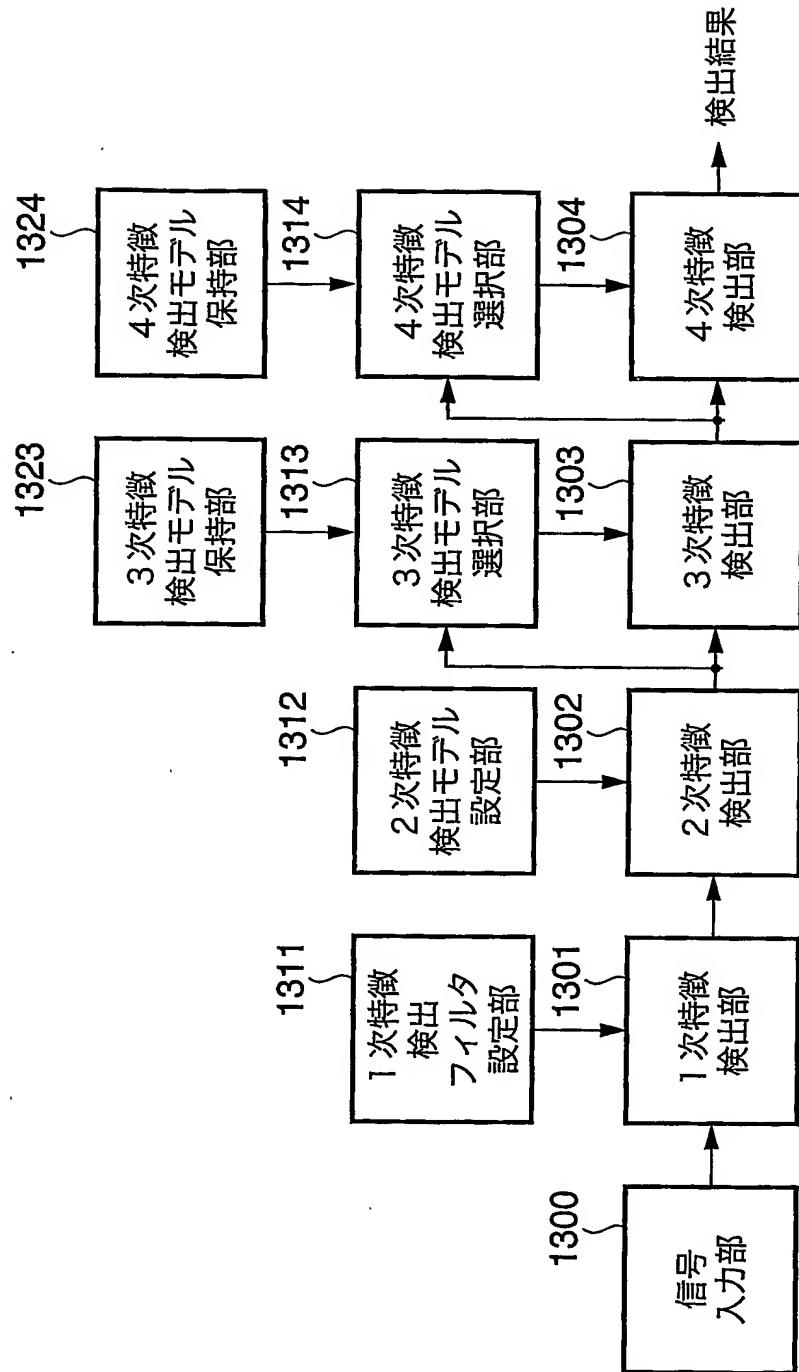
第 11B 図



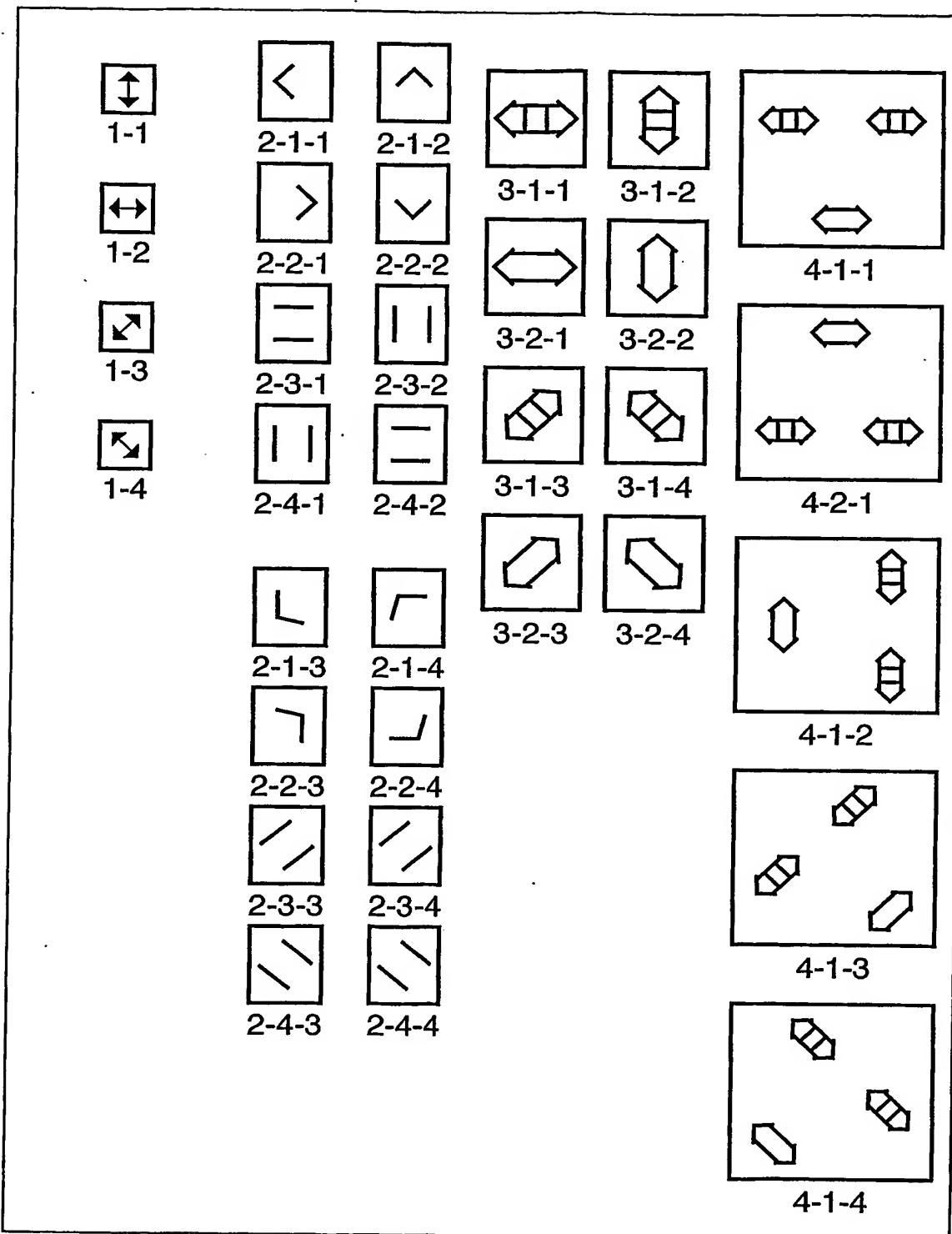
第 12 図



第 13 図

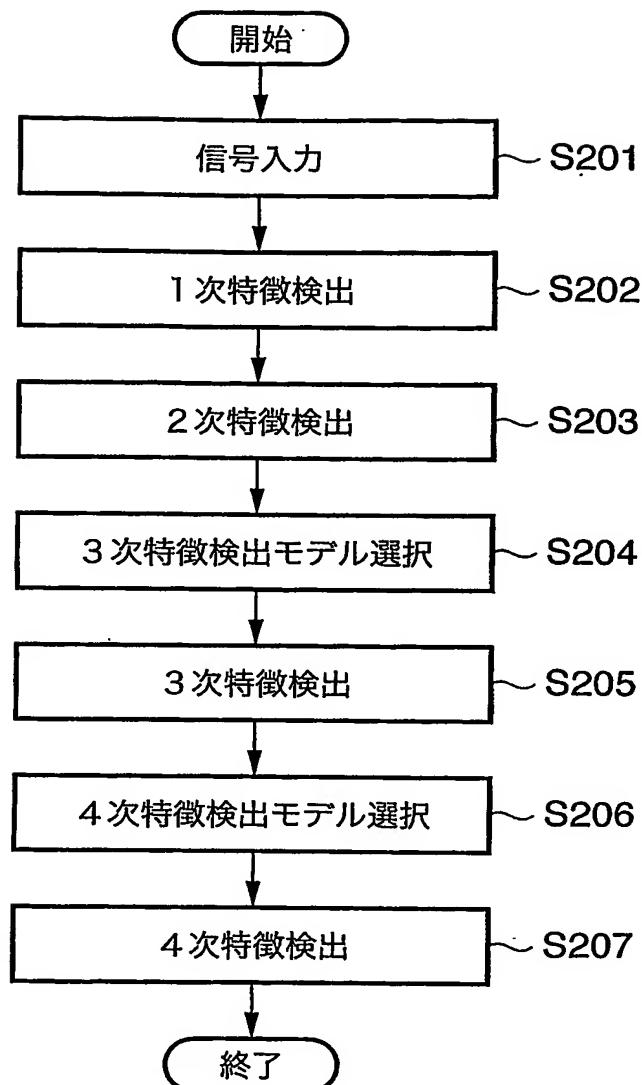


第 14 図



17/41

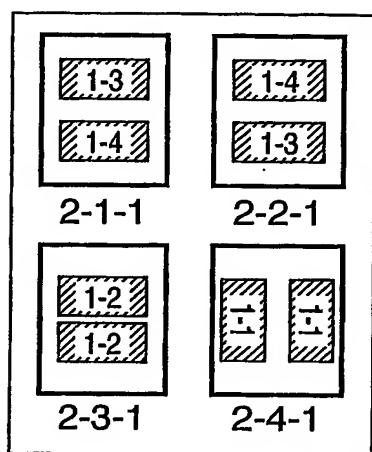
第 15 図



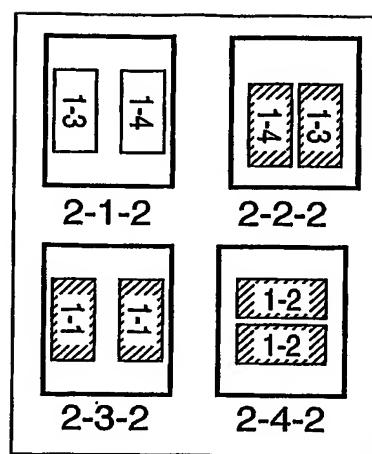
18/41

第 16A 図
第 16B 図

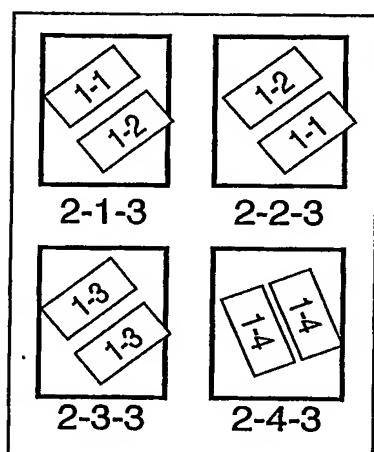
第 17A 図



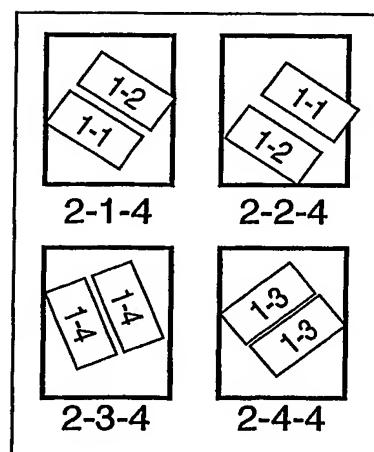
第 17B 図



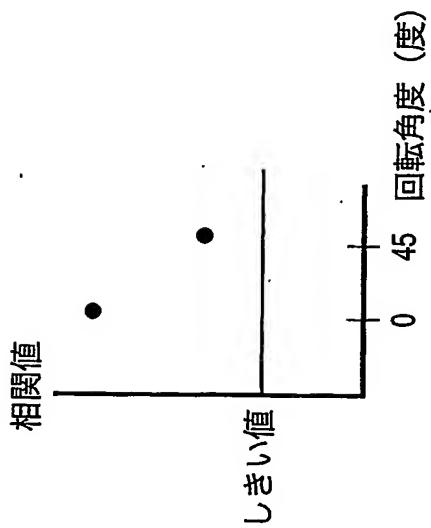
第 17C 図



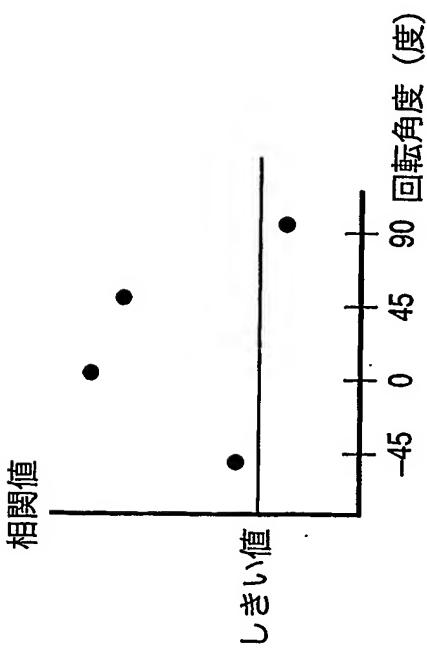
第 17D 図

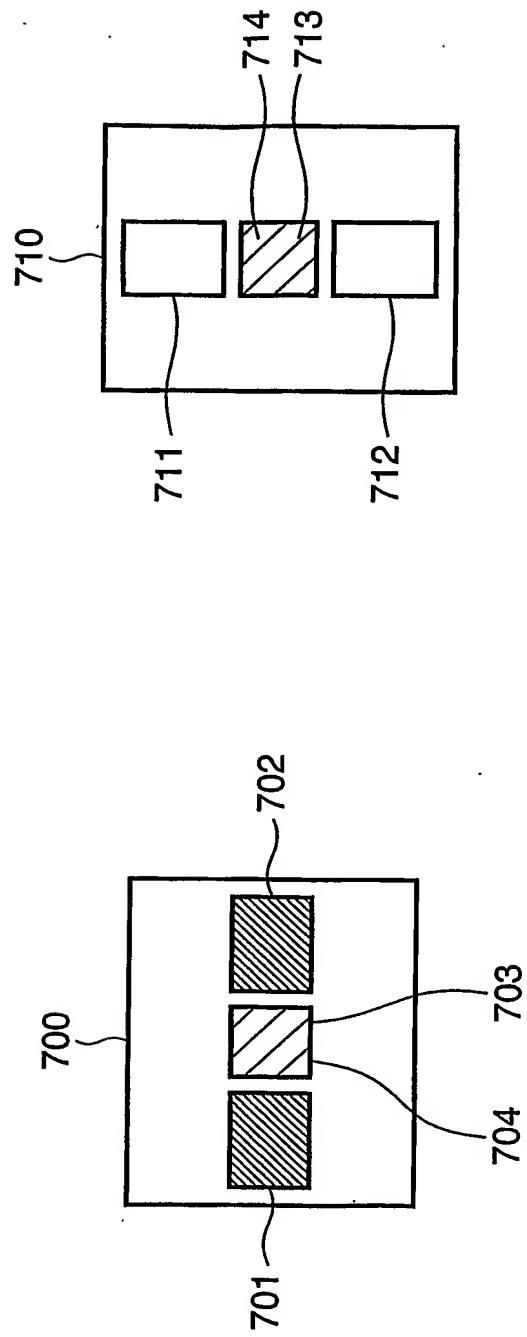


第 18B 図



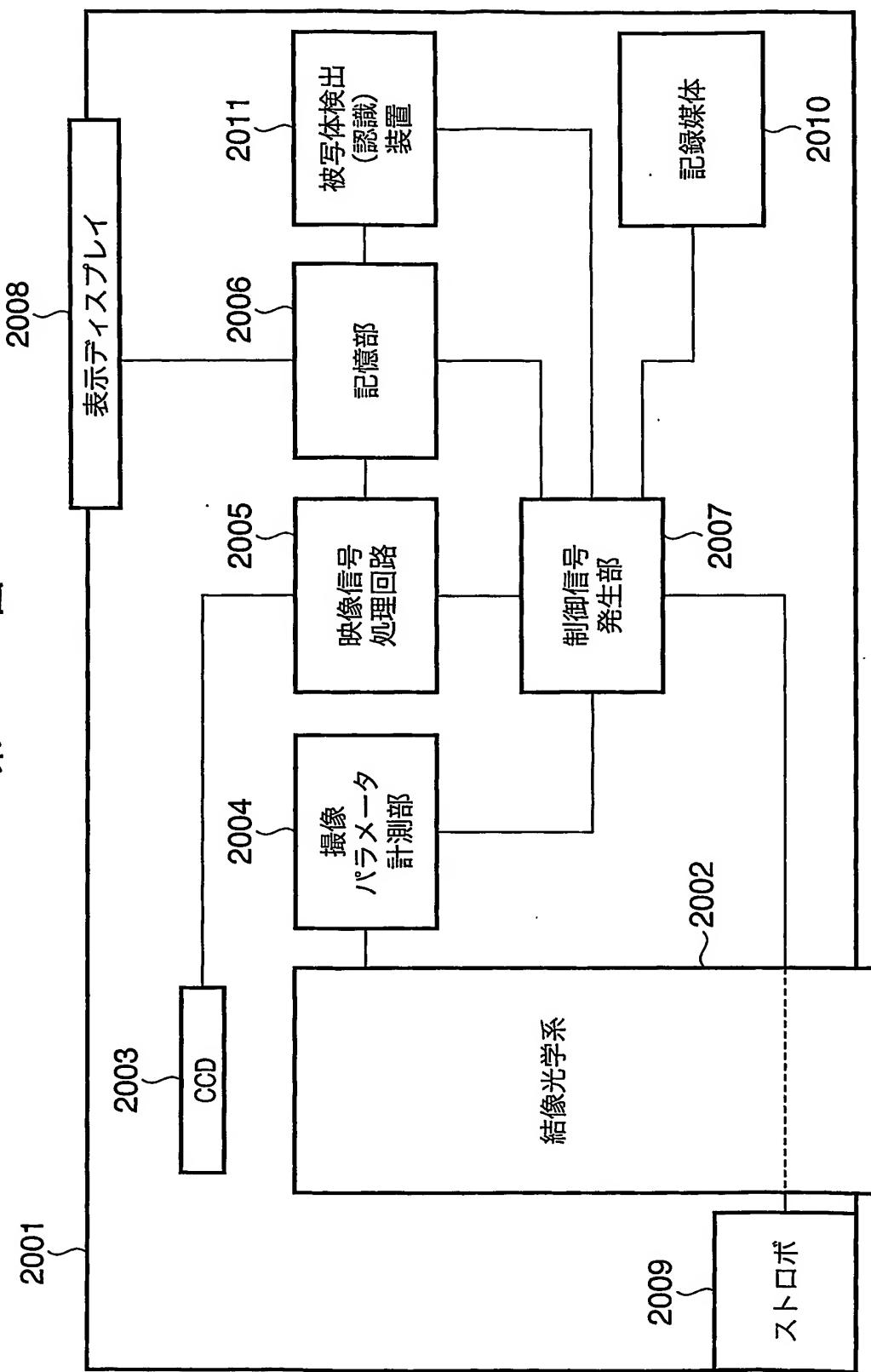
第 18A 図



第 19A 図
第 19B 図

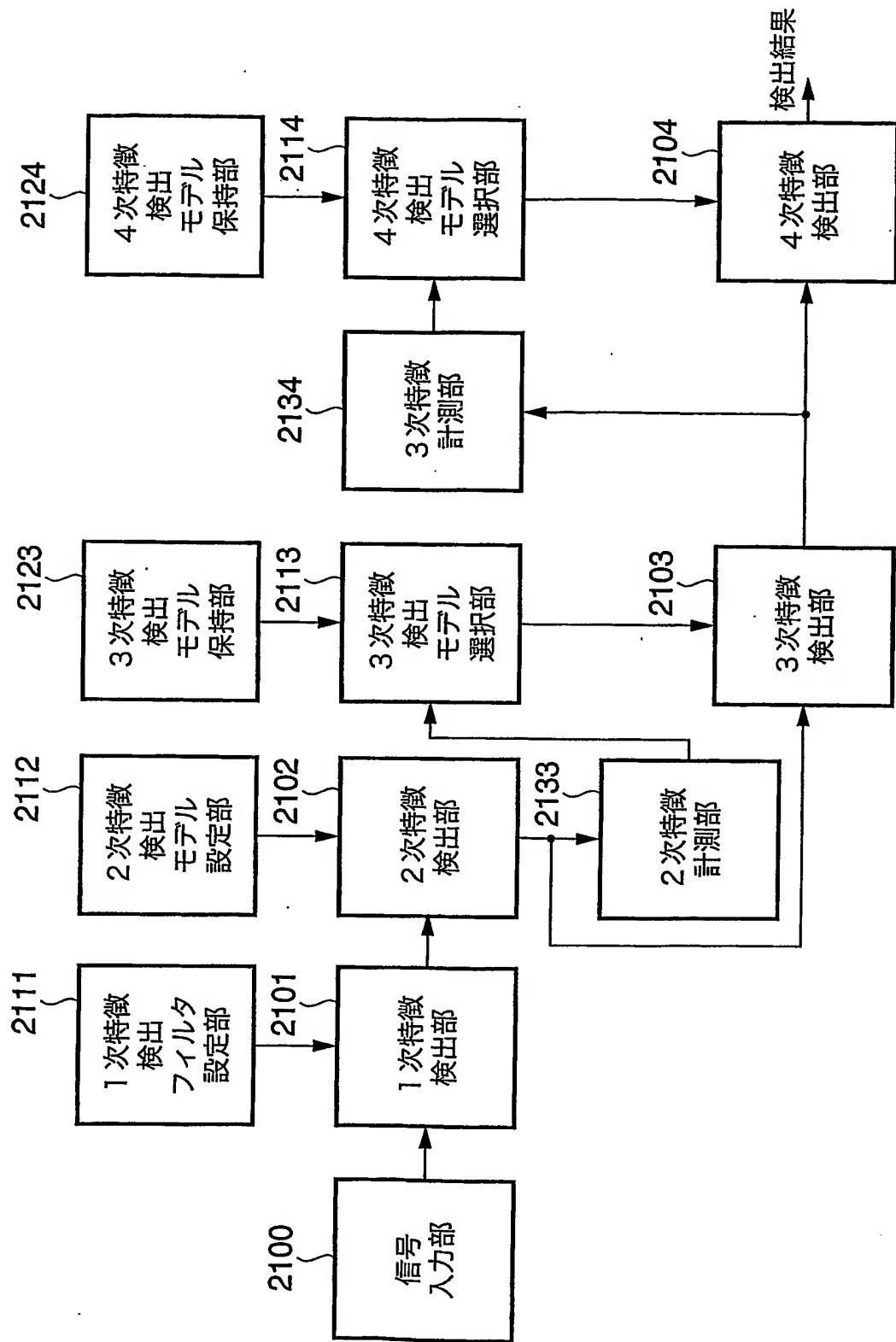
22/41

第 20 図

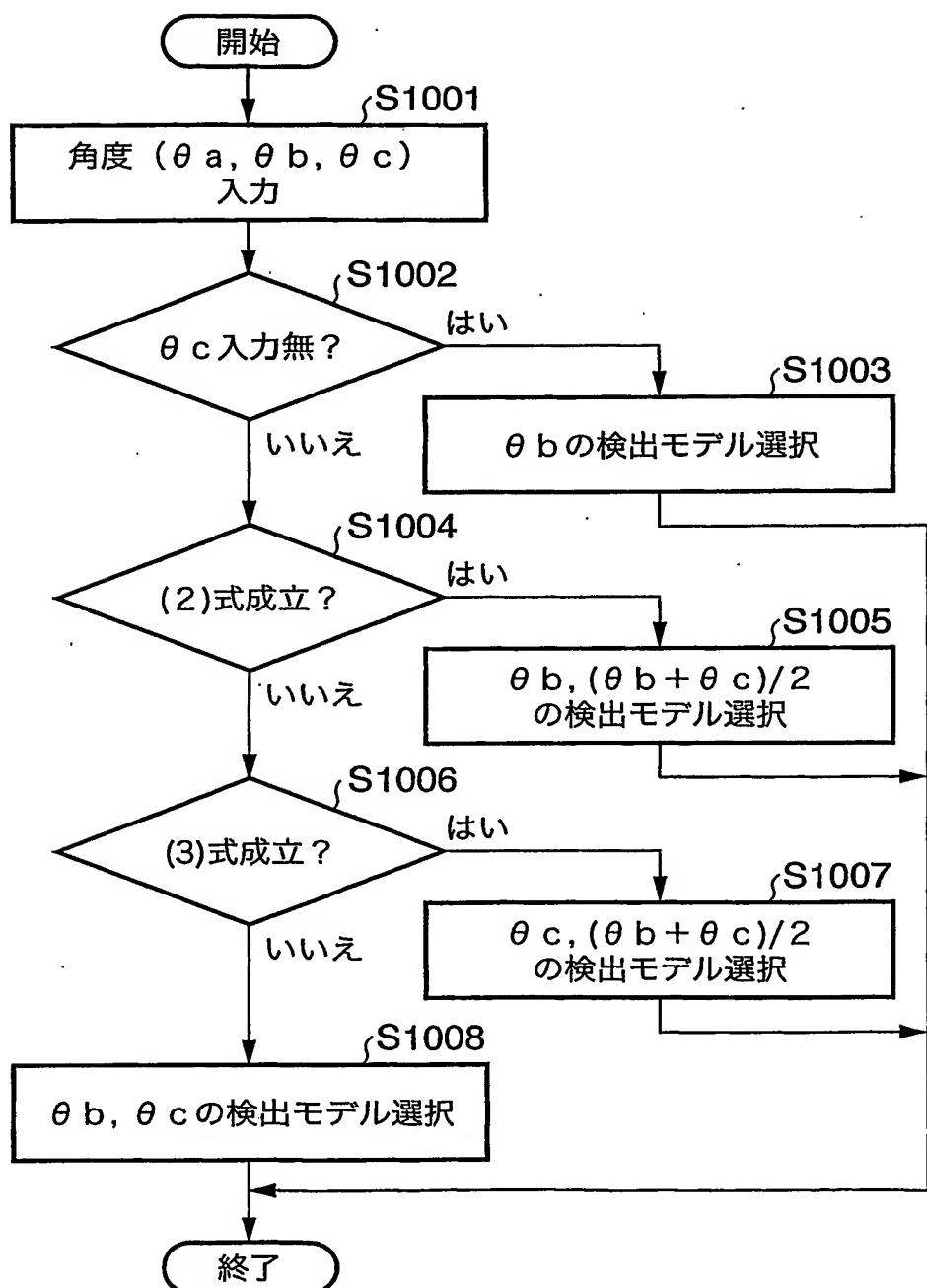


23/41

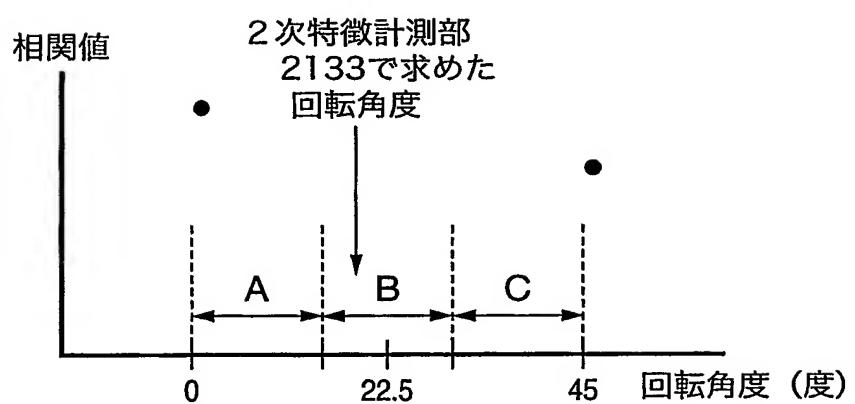
第 21 図



第 22 図

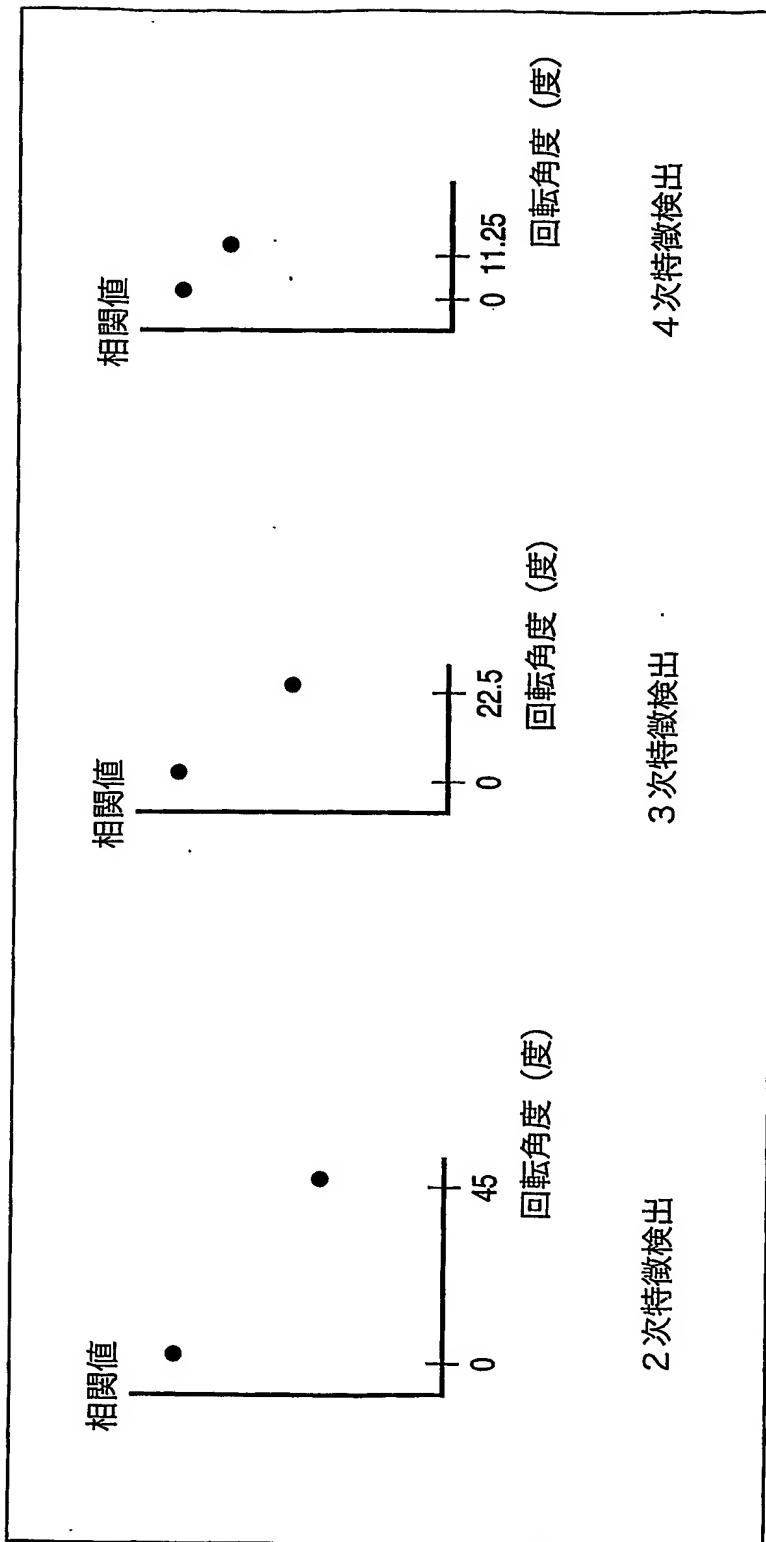


第 23 図

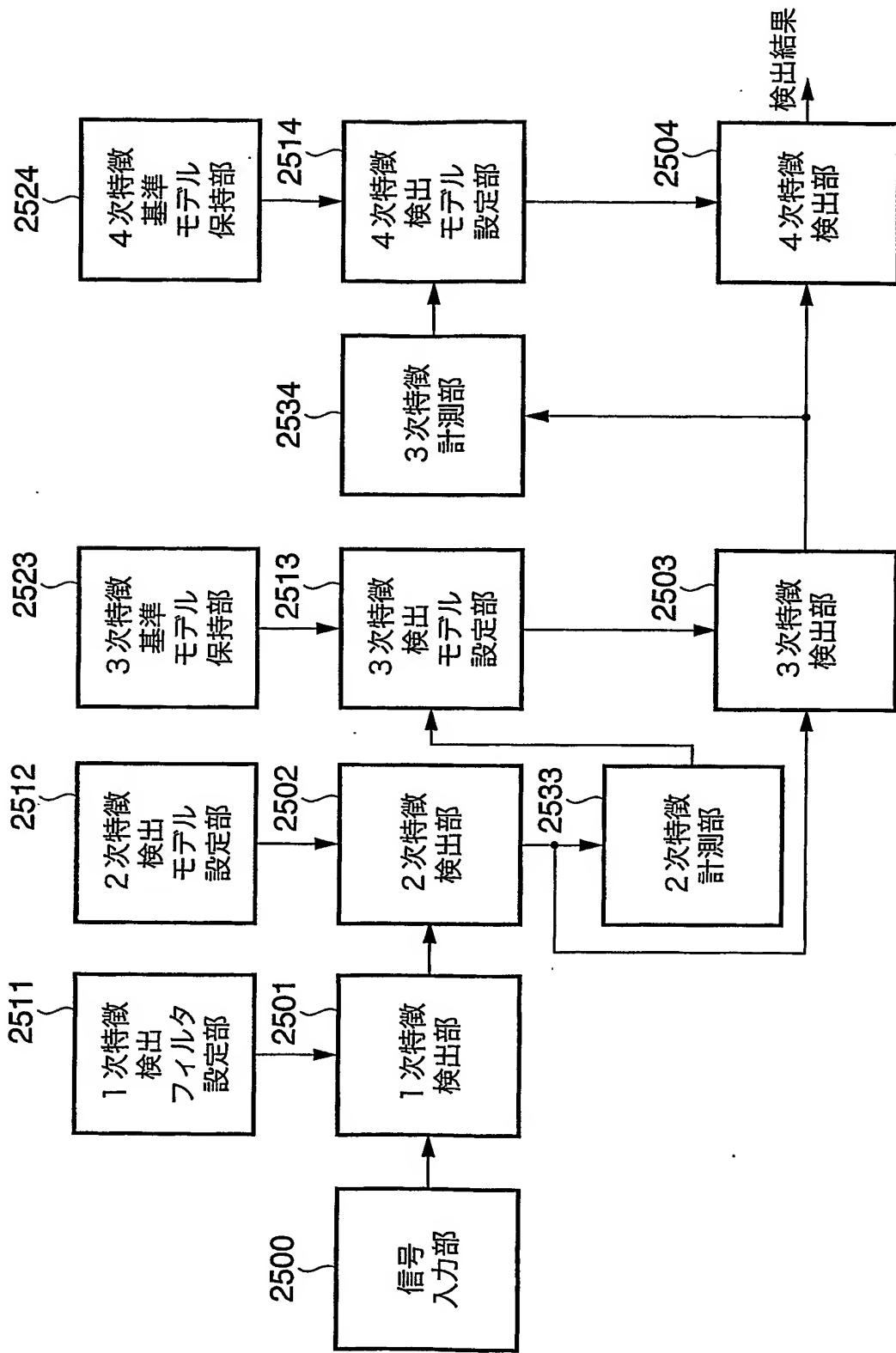


26/41

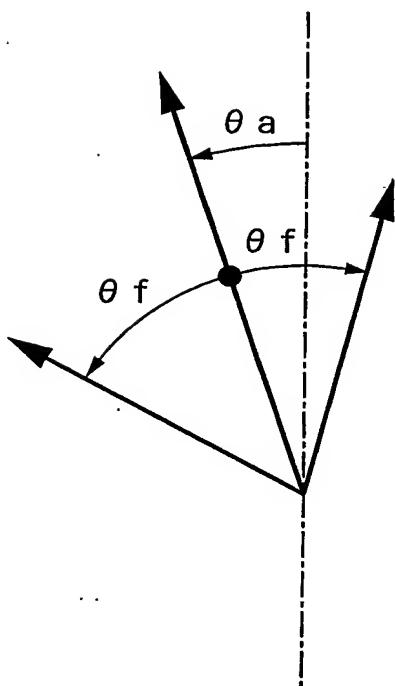
第 24 図



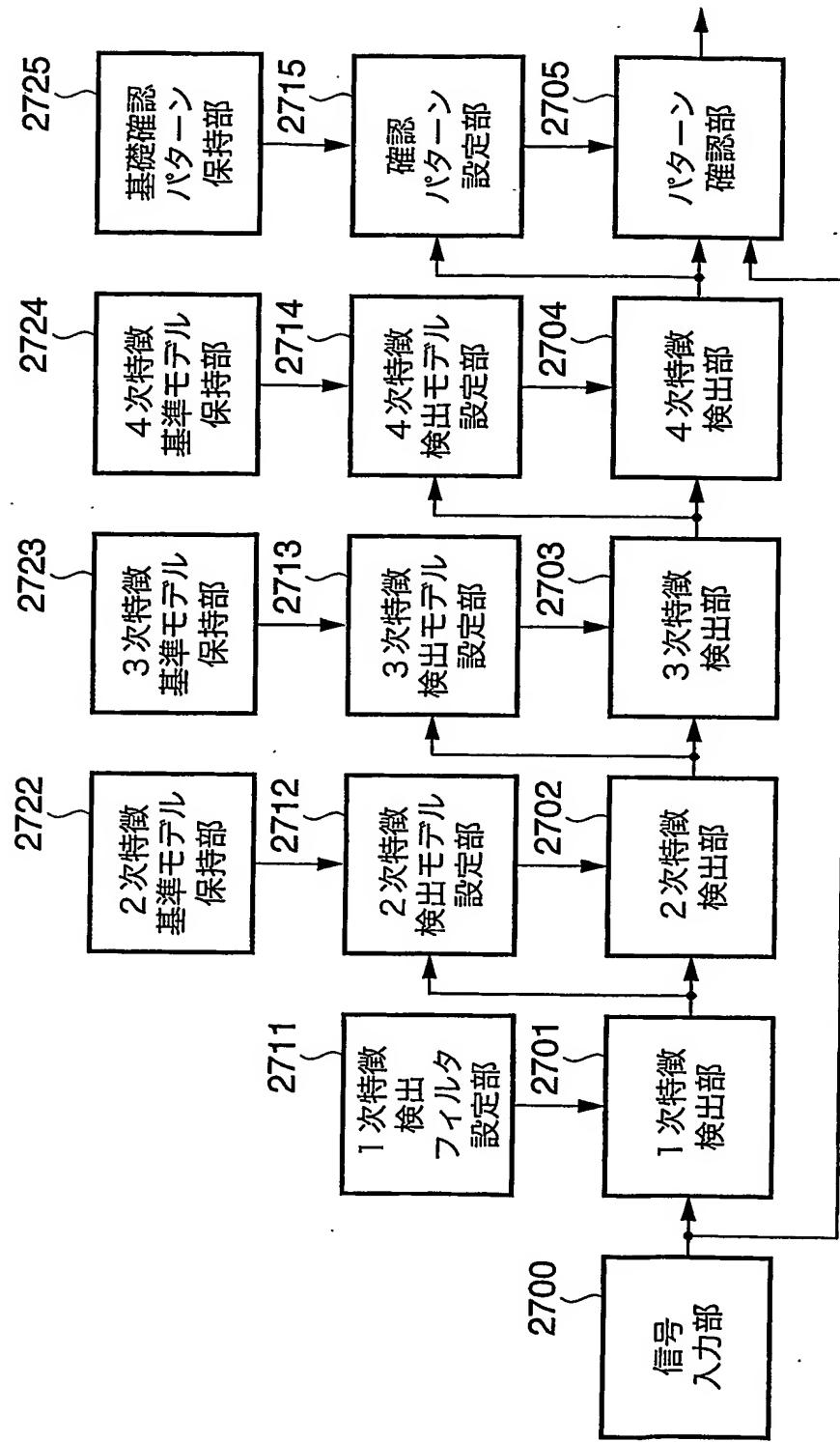
第 25 図



第 26 図



第 27 図

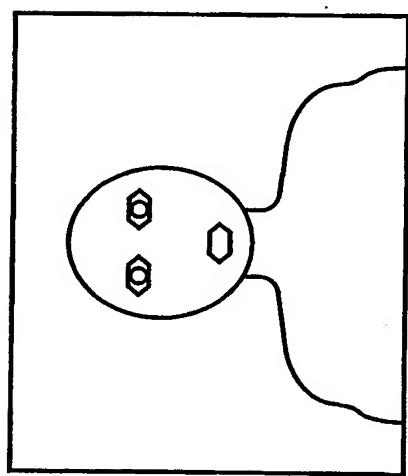


30/41

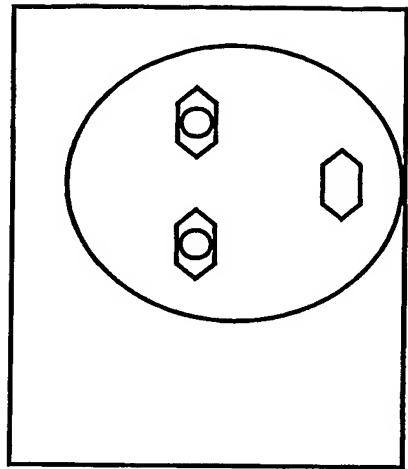
第 28 図



第 29A 図



第 29B 図

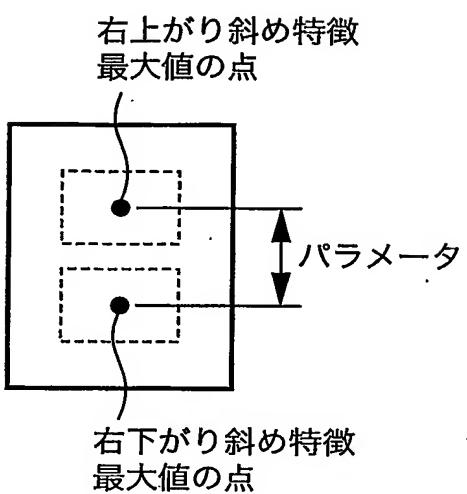


第 29C 図

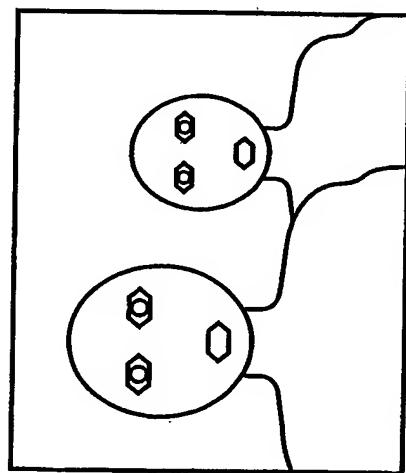
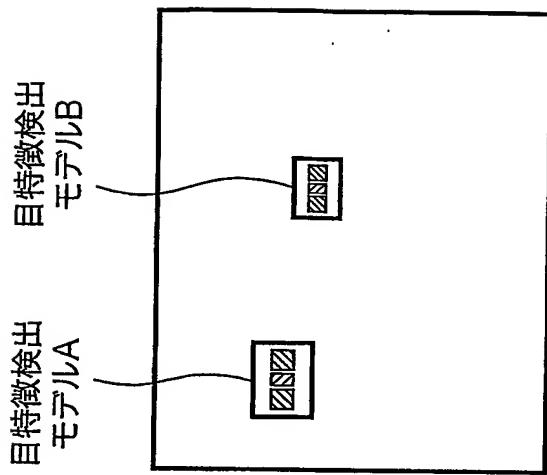


第 29D 図

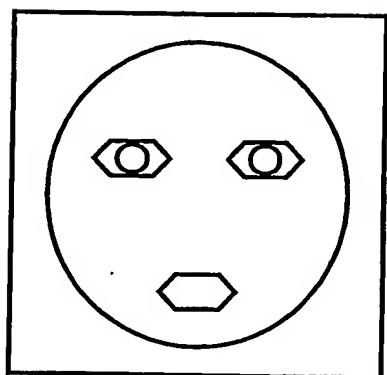
第 30 図



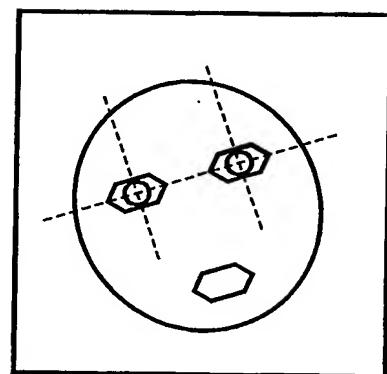
第 31A 図
第 31B 図



第 32A 図

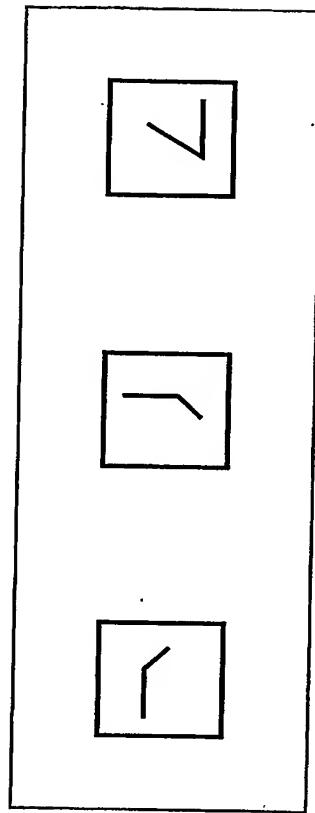


第 32B 図



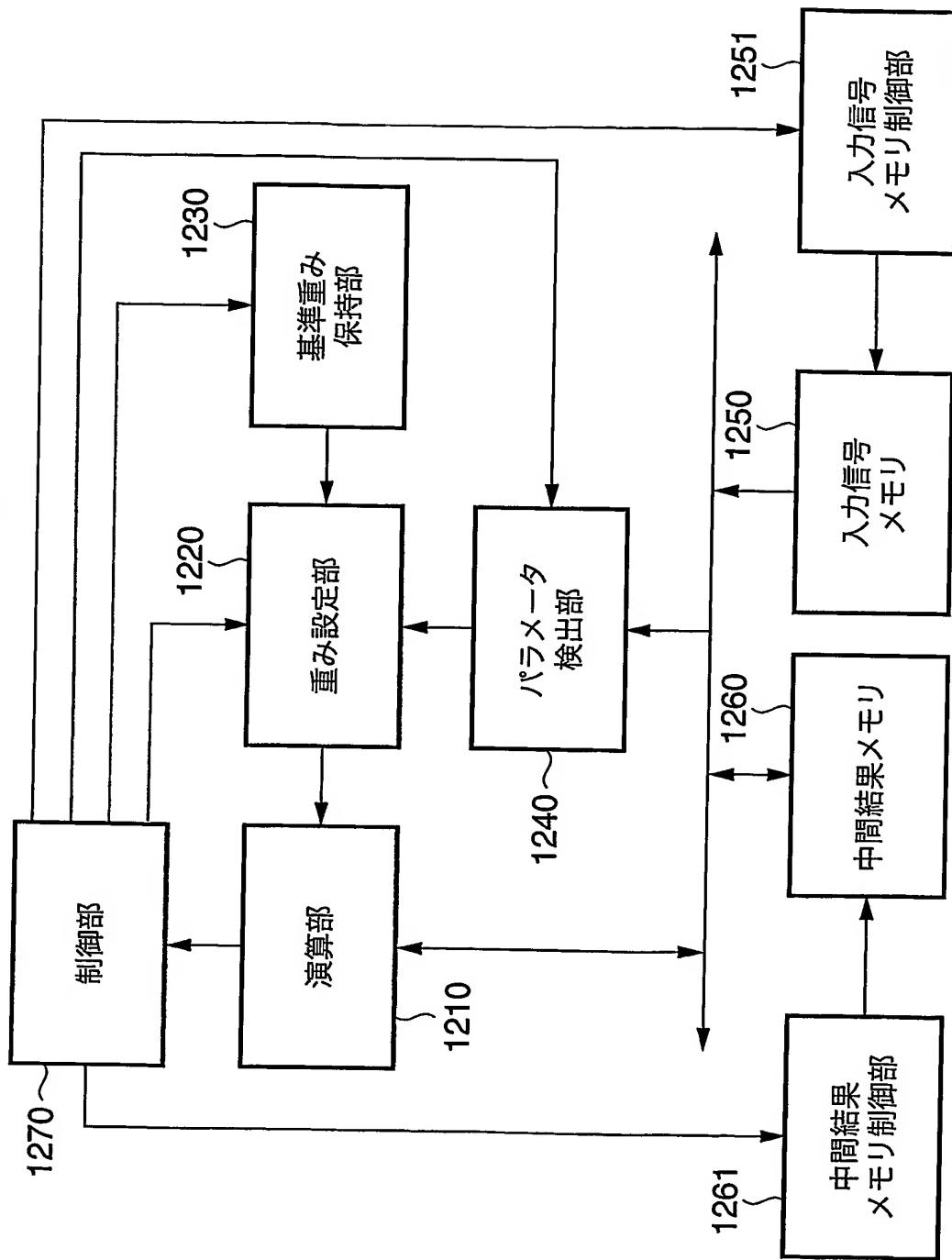
35/41

第 33A 図
第 33B 図

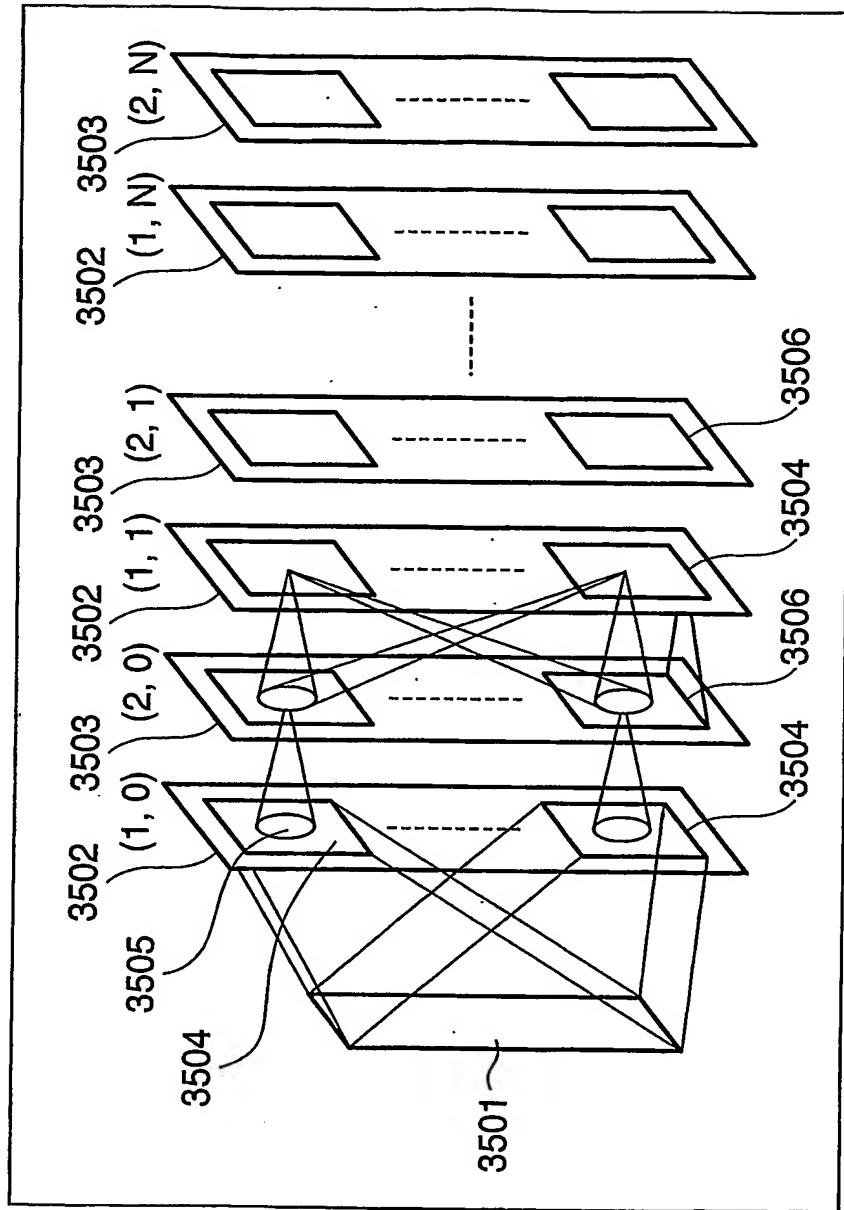


24

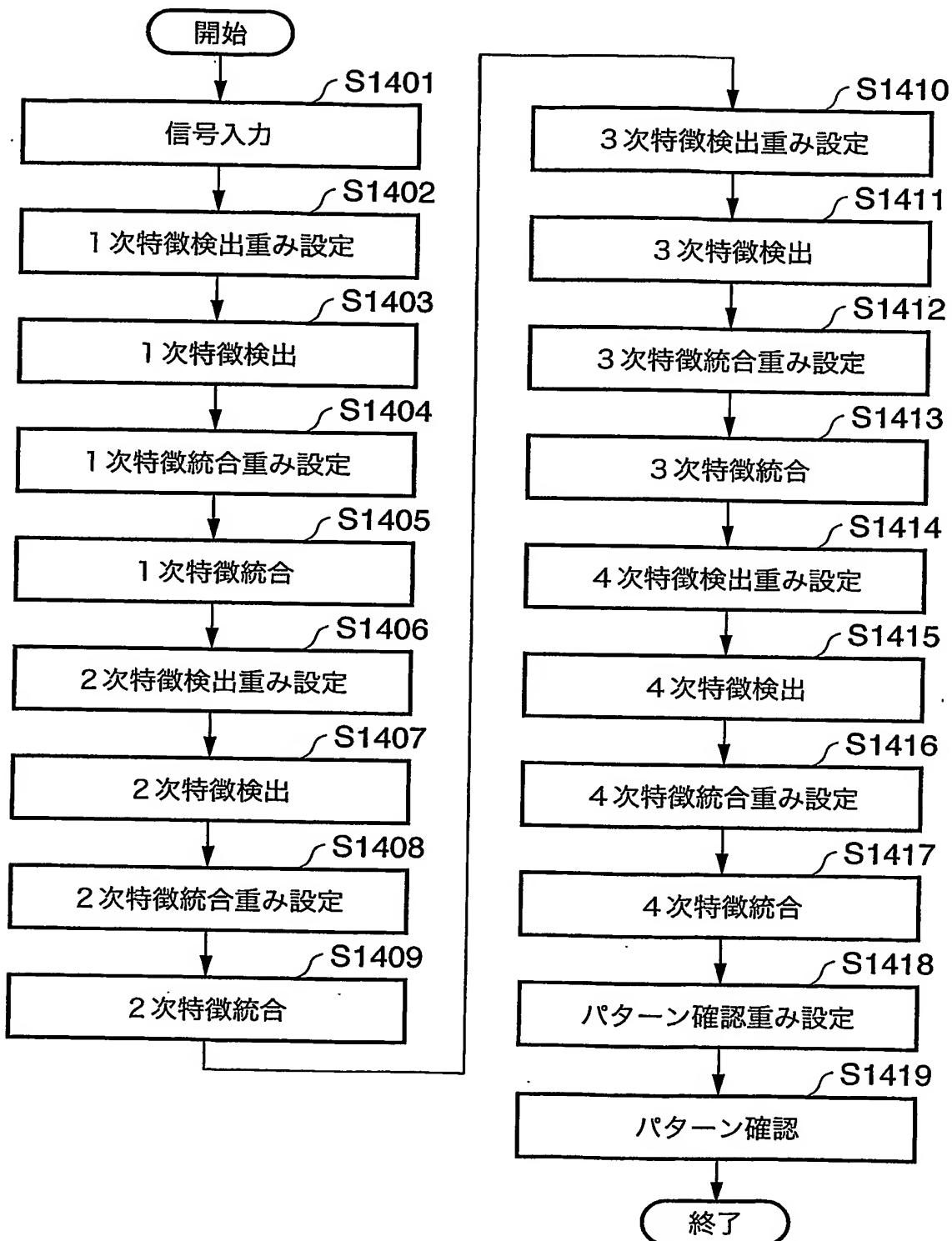
第 34 図



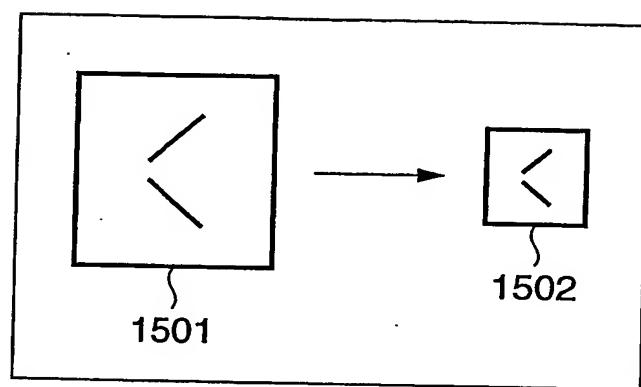
第 35 図



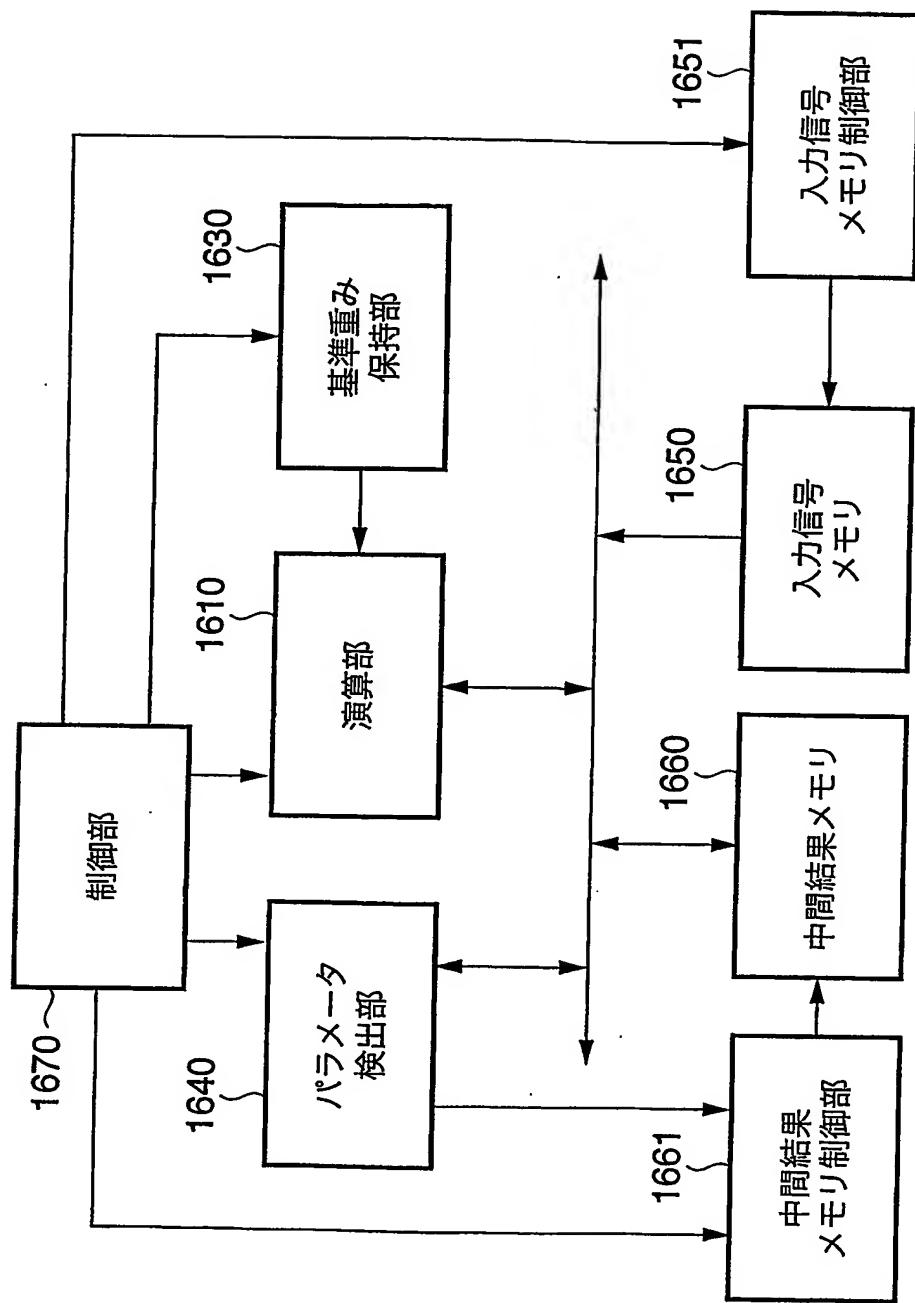
第 36 図



第 37 図

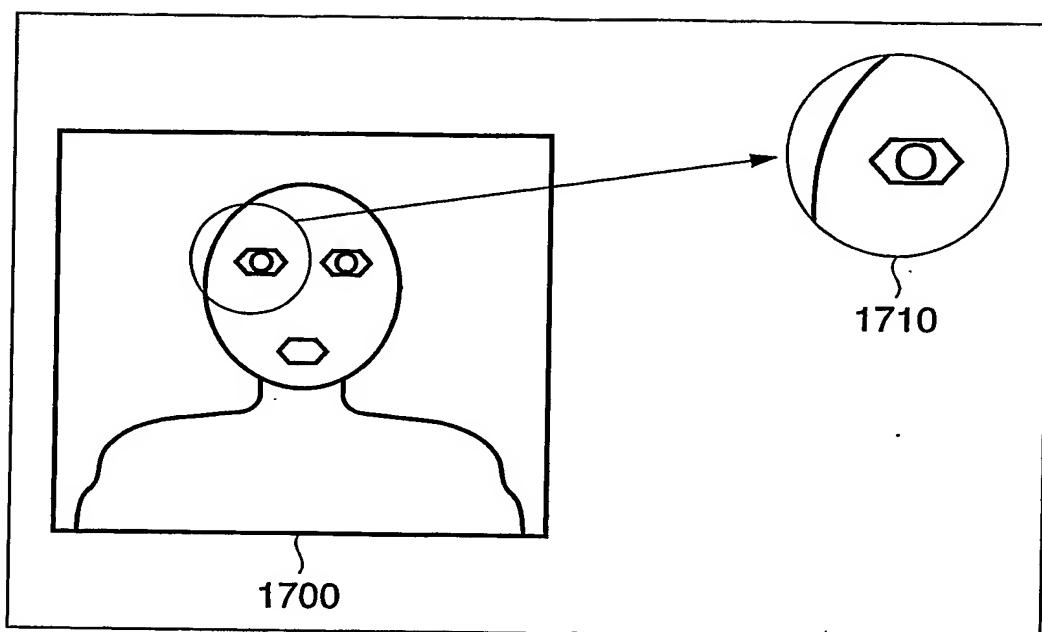


第 38 図



41/41

第 39 図



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PO[REDACTED]P03/16095

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ G06T7/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ G06T7/00-7/60, G06K9/00-9/76

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2003	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 1262908 A1 (CANON KABUSHIKI KAISHA), 04 December, 2002 (04.12.02),	1,12-14, 25-26,28-30
Y	Page 19, line 12 to page 30, line 12; Figs. 3, 4	4,27
A	& JP 2002-358500 A Par. Nos. [0039] to [0049]; Figs. 3 to 4	2-3,5-11, 15-24
Y	JP 2001-202516 A (Victor Company Of Japan, Ltd.), 27 July, 2001 (27.07.01), Claim 1 (Family: none)	4
Y	JP 11-250267 A (Nippon Telegraph And Telephone Corp.), 17 September, 1999 (17.09.99), Par. No. [0023] (Family: none)	27

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
21 January, 2004 (21.01.04)

Date of mailing of the international search report
10 February, 2004 (10.02.04)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP03/16095

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 784285 A2 (CANON KABUSHIKI KAISHA), 16 July, 1997 (16.07.97), Full text; Fig. 8 & JP 09-282419 A Full text; Fig. 20 & US 5982933 A1	1-30
A	JP 07-220090 A (CANON KABUSHIKI KAISHA), 18 August, 1995 (18.08.95), Full text; Fig. 3 (Family: none)	1-30

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. C17 G06T7/00

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. C17 G06T7/00-7/60

Int. C17 G06K9/00-9/76

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2003年
日本国実用新案登録公報	1996-2003年
日本国登録実用新案公報	1994-2003年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	EP 1262908 A1 (CANON KABUSHIKI KAISHA) 2002. 12. 04, 第19頁第12行-第30頁第12行, 第3-4図 & JP 2002-358500 A 【0039】-【0049】，第3-4図	1, 12-14, 25-26, 28-30
Y		4, 27
A		2-3, 5-11, 15-24

 C欄の続きにも文献が列挙されている。 パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

21. 01. 2004

国際調査報告の発送日

10. 2. 2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

松浦 功

5H 3247

印

電話番号 03-3581-1101 内線 3531

C (続き) 関連すると認められる文		関連する請求の範囲の番号
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	
Y	JP 2001-202516 A (日本ビクター株式会社) 2001. 07. 27, 特許請求の範囲の請求項1 (ファミリーなし)	4
Y	JP 11-250267 A (日本電信電話株式会社) 1999. 09. 17, 【0023】 (ファミリーなし)	27
A	EP 784285 A2 (CANON KABUSHIKI KAISHA) 1997. 07. 16, 全文, 第8図 & JP 09-282419 A 全文, 第20図 & US 5982933 A1	1-30
A	JP 07-220090 A (キヤノン株式会社) 1995. 08. 18, 全文, 第3図 (ファミリーなし)	1-30

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record.**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.